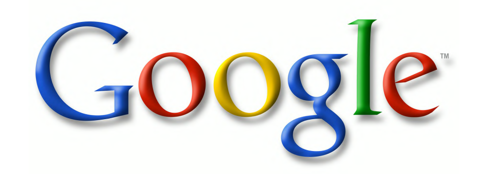




ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER
REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM HIS,
PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1892.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1892.



ARCHIV

FÜR

ANATOMIE

UND

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG DES

ARCHIVES FÜR ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE,

ZUGLEICH FORTSETZUNG DER

ZEITSCHRIFT FÜR ANATOMIE UND ENTWICKELUNGSGESCHICHTE.

UNTER MITWIRKUNG VON

PROF. W. FLEMMING IN KIEL, PROF. C. HASSE IN BRESLAU, PROF. W. HENKE IN TÜBINGEN, PROF. V. HENSEN IN KIEL, PROF. J. KOLLMANN IN BASEL, PROF. C. KUPFFER IN MÜNCHEN, PROF G. RETZIUS IN STOCKHOLM, PROF. NIC. RÜDINGER IN MÜNCHEN, PROF. L. STIEDA IN KÖNIGSBERG, PROF. HERM. WELCKER IN HALLE.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILHELM HIS,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG.

JAHRGANG 1892.

MIT DEM BILDNISS VON W. BRAUNE, ZAHLREICHEN ABBILDUNGEN IM TEXT UND XXI TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1892.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.

Inhalt.



G. Brokesch, Leipzig phot. Meisenbach, Riffarth & Co, Berlin grav.

Wilh. Braune

Verlag von Veit & Comp. Leipzig.

JUI

Jakob Henle.

Von

Wilhelm Henke.

Es sind bald sieben Jahre verflossen, seit mit dem Tode von Jakob Henle nicht nur der Nestor, sondern auch die anerkannt erste Autorität unserer Wissenschaft aus der Reihe der Lebenden geschieden ist. In einer Reihe von Nekrologen[1] sind bald darauf sein Lebenslauf, seine Persönlichkeit und seine Leistungen in Erinnerung gebracht worden. Erst kürzlich ist darauf das gemüthliche Lebensbild des Schwiegersohnes Merkel gefolgt.[2] Wenn sich nun allen diesen Publicationen über Henle hier noch ein Beitrag zur Fixirung des Bildes seiner wissenschaftlichen Grösse von einem dankbaren Schüler anschliesst, so geschieht es nicht um nur jene mancherlei Züge dieses Bildes noch einmal in anderer Form zusammenzustellen, sondern in der Absicht eine noch etwas schärfere Characterisirung der Eigenart des Mannes und seiner wissenschaftlichen Bedeutung zu versuchen.[3] Ein Mann wie Henle verträgt nicht nur, er verlangt meiner Ansicht nach eine Beleuchtung nach seinen starken und schwachen Seiten. Wo viel Licht ist, ist auch viel Schatten und nur durch Licht und

---

[1] Beilage zur *Allgem. Zeitung*. 1885. Nr. 147. (gezeichnet F. M., besonders persönliches Bild). — Flemming, im *Biolog. Centralblatt*. V. Bd. Nr. 19 (besonders characteristische Hervorhebung der wichtigsten Leistungen). — K. Bardeleben, in P. Börner's *Deutscher medic. Wochenschrift*. 1885. Nr. 27, 28. — W. Waldeyer, im *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Band XXVI. (mit Verzeichniss aller Schriften Henle's).

[2] Jakob Henle. Ein deutsches Gelehrtenleben. Braunschweig 1891.

[3] Ich bin in der Abfassung dieses Aufsatzes vor 6 Jahren durch die Krankheit und den Tod meiner lieben Frau unterbrochen worden und konnte mich lange nicht entschliessen ihn wieder aufzunehmen.

Schatten kann das Bild einer eigenartigen Persönlichkeit dargestellt werden. Henle gehört nach der ganzen Art seiner Begabung zu einem Typus von geistigen Grössen, die unter den hervorragenden Vertretern der Naturwissenschaft nicht die vorherschenden sind; dagegen eher unter den hervorragenden Geistern seines Stammes, eines Stammes, der als ein fremdartiger, aber darum nicht minder bedeutender Mischungsbestandtheil unserer Nation, wie sie jetzt ist, im geistigen Leben derselben eine nicht unwichtige Rolle spielt. Denn Henle war bekanntlich Jude, zwar nicht der Confession, aber der Abstammung nach. Es mag erlaubt sein die Art von geistiger Beanlagung, die ich im Auge habe, zunächst kurz im Allgemeinen und im Gegensatze zu anderen zu definiren, bevor ich versuche ihre Bethätigung in dem Geistesleben meines Helden nachzuweisen.

Die hervorstechendste Eigenschaft dieser Art von Begabung ist die, welche der gewöhnliche Sprachgebrauch anschaulich mit dem Namen Scharfsinn bezeichnet. Der scharfe Sinn als solcher fasst mit der Anschauung die Grenzen, Umrisse und Unterschiede der Dinge scharf in's Auge. Ebenso fasst und begrenzt (definirt) eine solche Begabung im Denken scharfe Begriffe und zieht scharfe strenge Schlüsse. Ferner aber disponirt sie in der Methode der Forschung zu einer scharfen, strengen Unterscheidung von Anschauung und Begriffsbildung, von objectiver Erkenntniss und logischer Verstandesthätigkeit, und darauf beruht ihre Force in jeder empirischen Geistesarbeit. Ich möchte dieser Art von Anlage eine andere als Gegenbild gegenüberstellen; aber ich meine damit natürlich nicht nur das reine Gegentheil, den Mangel an Scharfsinn oder eine stumpfe, ungenaue Art der Beobachtung, des Denkens und der Methode, sondern eine solche, die nur ihre starke Seite in einer anderen Richtung als gerade der einer ausgezeichneten Schärfe hat. Der Scharfsinnige fasst allerlei Unterschiede der Dinge und Begriffe genau in's Auge; nur einer ist, der ihm oft weniger imponirt. Das ist der einfache Unterschied der Grösse, der Quantität, des Bedeutenden und Unbedeutenden, Wichtigen und Unwichtigen. Ihm ist Alles gleich bedeutend und wichtig, woran er die Kunst des Unterscheidens üben kann. Sein Auge verweilt, möchte ich sagen, stets distinguirend, auch stets an den Rändern oder Contouren der Dinge; die Dinge selbst aber, die innerhalb derselben liegen, der Umfang, den sie einschliessen, zieht seine Aufmerksamkeit weniger an. Dagegen giebt es eine Begabung, welche weniger dabei verweilt, die verschiedenen Dinge gegen einander abzugrenzen und von einander zu unterscheiden, als vielmehr jedes für sich nach seinem ganzen Umfange und Gehalt und seiner ganzen Eigenart zu betrachten, zu studiren, zu erkennen. Ihr imponiren also besonders die grossen und wichtigen Dinge, Begriffe und Schlussfolgerungen vor den minder bedeutenden, der Gehalt mehr als die Definition. Ich weiss kein

ähnlich einfaches und bezeichnendes Wort dafür im Gegensatze zum Scharfsinn. Ein wägender, verweilender, vertiefter, beschaulicher oder Gehaltssinn wären vielleicht möglichst analoge Bezeichnungen dafür, oder der Vergleich einer scharfen Zeichnung mit einer mehr malerischen Behandlung ein nicht unrichtiges Bild für beide Begabungsarten.

Wenn nun aber diese beiden Arten der Begabung nicht nur ein Paar heterogener Eigenschaften geistiger Beanlagung sein sollen, die sich mit beliebigen anderen auf die mannigfachste Art combiniren können, sondern wenn ich meine, dass sie zwei typische Formen, ich möchte sagen: natürliche Familien von geistiger Individualität repraesentiren, zwischen denen es dann natürlich alle möglichen Uebergänge giebt, so gehört dazu ein typisch wiederkehrendes Zusammentreffen mit anderen, und dies scheint mir vorzuliegen, theils so, dass wir das Zusammentreffen als in der Natur der Sache begründet erkennen, theils wenigstens erfahrungsmässig. Der Scharfsinnige zeichnet sich regelmässig auch durch ein starkes Gedächtniss und eine anhaltende Arbeitskraft aus. Er kann die von Unterscheidung zu Unterscheidung der Dinge und Begriffe fortschreitende Thätigkeit seiner Anschauung und seines Denkens, die mit jedem Schritte gleichsam eine neue bestimmte Linie in die Tafel der Vorstellung einzeichnet, lange fortsetzen, ohne zu ermüden, weil sie ihm immer etwas Neues bietet, und so werden denn auch die vielen Ergebnisse derselben ebenso stetig und deutlich im Gedächtnisse fixirt und festgehalten. Daraus ergiebt sich die Fähigkeit zu einem sehr vielseitig umfassenden Wissen und so sind diese scharfen Köpfe zugleich die gelehrten Häuser, welche im Schatz ihres Wissens Haufen zu Haufen fügen und sicher verwahren. Ihre eigene Befriedigung durch solchen Gewinn hat jedesmal einen reinlichen Abschluss ohne die Sorge vor drohenden Verlust oder mit unterlaufender Täuschung.

Die Anderen dagegen, welche weniger sichtend und scheidend von einem Object und Begriffe zum anderen fortschreiten, dagegen aber anhaltender und eingehender beim Einzelnen verweilen, sich mit dem Totalbilde und Gehalte desselben erfüllen, ermüden leichter, weil die Eindrücke und Begriffsbildungen weniger abwechseln, und können also auch nicht so viel hinter einander behalten. Sie werden aber vom Einzelnen, bei dem sie länger verweilen, auch stärker und anhaltender eingenommen und behalten dann auch dies um so fester. Ihr Wissen ist weniger reich, aber einheitlicher und gewählter, ihr Interesse weniger vielseitig, aber in einseitigen Richtungen um so intensiver. Sie sind nicht schnell mit einer augenblicklich gewonnenen An- oder Einsicht zufrieden, weil ein einzelner Aufschluss sie nicht befriedigt, so lange er ihnen nicht das Gefühl giebt, einen Gegenstand durchdrungen oder erschöpft zu haben, und so können sie

einen Zweifel, eine offene Frage lange ungelöst mit sich herumtragen, bis ein glücklicher Tag oder Moment die fehlende Ergänzung dessen, was sich noch nicht hatte runden wollen, bringt.[1]

So scheiden sich denn beide Arten von Begabungen auch nach der mit ihrer Hilfe gewonnenen Art von wissenschaftlichen Leistungen in leicht verständlicher Weise. Der scharfe Kopf mit reichem Wissen beherrscht und ordnet als Kritiker und Systematiker umfassende Gebiete, geht streng und sicher methodisch vor, lässt sich nicht durch Aehnlichkeiten und Analogien verleiten, das nicht Zusammengehörige zu vermischen, ist weniger der Gefahr des falschen Generalisirens ausgesetzt; aber, wenn er einmal irrt, kann er sich auch stärker verrennen, weil er im Gefühle des sichern Vorgehens von keinem Nebeneindrucke vor einer Unwahrscheinlichkeit gewarnt wird. Aus diesem Stoffe sind vorwiegend die strammen Juristen mit der unerbittlichen Consequenz des „fiat justitia et pereat mundus". Bei den Männern des wägenden Verstandes geht nicht jeder Schritt der Erkenntniss so fest und sicher voran, mehr prüfend, tastend und verweilend; aber damit wird der Grund auch mehr gewählt und nur das so Gegründete als dauernder Fortschritt festgehalten. Nebensächliches wird leichter übersehen; aber auch weniger leicht ein einzelner Irrthum mit verhängnissvoller Consequenz festgehalten, weil sie aus vielen wiederholten Eindrücken und Ueberlegungen, ich möchte sagen: durch eine Art von cumulativer Wirkung, ganze grosse Anschauungen, einen solchen inneren Zusammenhang gewonnen haben, dass die Widersprüche, die aus einem falschen Schlusse fliessen, sich bald fühlbar machen. Auf diese Art werden freilich auch nicht so grosse Gebiete beherrscht, in einzelnen Lieblingsgegenständen aber mit erschöpfender und eigentlich productiver Thätigkeit um so grössere Leistungen erzielt, und so sind diese Kräfte die Träger des intensiven Fortschrittes in einseitigen Richtungen und zugleich die practischeren Menschen.

Nur beiläufig will ich noch ein paar Züge der Beanlagung erwähnen, die mit der Arbeit in der Wissenschaft und im Leben direct weniger zu thun haben, aber zur Charakterisirung der beiden hier aufgestellten Typen auch noch regelmässig beitragen. Den scharfsinnigen Köpfen und kritischen Gelehrten eignet sehr gewöhnlich ein glänzender Stil, weil jeder einzelne

[1] W. His sagt in seinem Brief an Murray „über die Principien der thierischen Morphologie" (*Naturwissenschaftliche Rundschau.* IV. Jahrgang. Nr. 38) von so einer Art von Forscher: „er wird überwältigt von der Harmonie aller Naturerscheinungen, umfassende Ausblicke eröffnen sich ihm; aber zugleich stösst er auf viele Fragen, die er vorerst nicht zu beantworten vermag. Diese offenen Fragen begleiten ihn Wochen und Jahre lang, vielleicht durch den grössten Theil seines Lebens, bis zuletzt eine glückliche Beobachtung oder ein plötzlicher Gedanke alle Wolken zerstreut."

Gedanke von vornherein präcis gefasst, auch leicht einen ebenso klar gefassten Ausdruck findet; die mehr verweilenden Beobachter und Denker können sich leichter einmal im Ausdrucke ihrer Gedanken nicht genug thun. Die scharfen Köpfe mit stupendem Gedächtniss pflegen sich mehr durch die Gabe des Witzes, die Männer des mehr wägenden Verstandes durch die des guten Geschmackes auszuzeichnen, und endlich will es mir scheinen, dass jene öfter musikalisch sind, diese mehr Sinn für bildende Kunst haben.

Und nun zu Henle. Ich brauche wohl nicht erst noch im Allgemeinen auszuführen, oder ausdrücklich zu sagen, zu welchem Typus ich Henle rechne, und wie er eben dadurch schon so eigenartig unter uns dasteht, weil sich im Ganzen weniger so beanlagte Köpfe den Studien der Medicin und Naturwissenschaften zu widmen pflegen. Durch seinen Scharfsinn, sein streng methodisches Beobachten und Denken war er in erster Linie Kritiker, ein Typus der Methode der Forschung, zu der sich Lessing bekannt hat: „primus sapientiae gradus falsa intelligere, secundus vera cognoscere.“ Der erste Triebreiz der scharfen Forschung ist die Kritik, die Aufdeckung eines überlieferten Irrthumes; die Erkenntniss der Wahrheit, die an die Stelle treten soll, steht in zweiter Linie. Durch seine eminente Arbeitskraft und Gedächtnissfülle war er sodann der grosse umfassende Systematiker, Sammler und Ordner grosser Massen und Gebiete des ganzen anatomischen Wissens, sowohl des im frischen Flusse der gegenwärtigen Forschung zu Tage geförderten mikroskopischen, wie des altüberlieferten Besitzes der groben Anatomie. Dagegen hat er sich weniger, ja kaum je in grossem Umfange so in die Durchdringung einzelner Capitel desselben vertieft und verbissen, dass sie unter seinen Händen eine gründlich veränderte Gestalt gewonnen hätten. Ferner aber war er zugleich durch Scharfsinn und Fülle des Wissens der ganz eminente Lehrer. „Qui bene distinguit, bene docet.“ Die scharfe präcise Fassung jeder Einzelheit, gross oder gering, und die Beherrschung einer grossen Fülle derselben befähigten ihn, wie Wenige, den Schülern einen vollständigen Schatz von Kenntnissen mit Sicherheit zu überliefern und die Schärfe seiner Methode in Untersuchung und Darstellung musste auch den angehenden selbstständigen Forscher schulend anregen. Dagegen hat er auf diese Art von Schülern weniger in der Art gewirkt, dass sie durch ihn zur Begeisterung und dauernden Hingabe für und an bestimmte grosse wissenschaftliche Aufgaben hingerissen worden wären. Ich will nun versuchen, diese starken und schwachen Seiten in Henle's langer reichgesegneter Lebensarbeit zuerst an der bleibenden Frucht seiner Schriften, sodann im Bilde seiner Docenten-Thätigkeit nachzuweisen. Ich stelle mir nicht die Aufgabe, alle Ergebnisse seiner vielen Arbeiten im Einzelnen aufzuzählen oder zusammenzufassen, sondern nur

den Geist und die Methode seines Wissens und Schaffens als Forscher und Lehrer zu charakterisiren.[1]

Henle's gewaltige schriftstellerische Thätigkeit unterscheidet sich schon äusserlich von der herrschenden Mode der Zeit auf denselben Gebieten dadurch, dass es vorzugsweise grosse dickleibige Bücher (und lange Serien von Jahresberichten) sind, die er geliefert hat, dagegen verhältnissmässig weniger monographische Arbeiten und kleine Abhandlungen. Ruhig ausgereift und ausstudirt fasst sich so das Ergebniss von langen Jahren stetiger Arbeit in monumentalen Werken zusammen. Zwar in der ersten Zeit seiner angehenden Docentenlaufbahn als Prosector und jugendlicher Genosse von Joh. Müller in Berlin, in der zweiten Hälfte der dreissiger Jahre, hat er mit diesem einzelne descriptive Arbeiten in der vergleichenden Anatomie durchgeführt; aber hier erscheint er noch nicht in seiner Eigenart. Dagegen tritt er mit der grossen „allgemeinen Anatomie“ sofort als grosser dominirender Autor auf und durch die hohe Bedeutung, welche eben dies Gebiet in diesem Moment gewann, in den Vordergrund der ganzen biologischen Litteratur.

„Es waren die glücklichen Tage“, so schreibt der Greis in dem schönen Nachrufe, welchen er dem ihm im Tode nicht lange vorangegangenen Jugendfreunde Th. Schwann gewidmet hat,[2] „um die uns die heutige Generation beneiden mag, da aus den Werkstätten von Plössl in Wien und von Pistor und Schiek in Berlin die ersten guten, handlichen und aus den Ersparnissen eines studentischen Wechsels erschwinglichen Mikroskope hervorgingen, die glücklichen Tage, da es noch möglich war, durch Schaben mit der Schneide des Skalpells oder mit dem Fingernagel über eine thierische Membran fundamentale Entdeckungen zu machen.“ Und aus diesem frischen Zuge der „mikroskopischen Untersuchungen, die Joh. Müller schon damals mehr anregte, als selbst bearbeitete“, gingen nun kurz nacheinander die durchschlagenden Publicationen seiner beiden Schüler und Gehülfen, Schwann's „Untersuchungen über die Uebereinstimmung in der Structur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen“ 1839 und Henle's „allgemeine Anatomie“ 1841 hervor. Welch ein Contrast in diesen beiden aus einer halb gemeinsamen Arbeit hervorgegangenen originalen Leistungen und in dem ganzen literarischen Charakter beider Männer, die damit hervortraten: der eine legt in einer kernigen kleinen Monographie den Grund

[1] Ich halte es also auch nicht für nöthig seine Werke noch wieder vollständig anzuführen, da dies schon in Waldeyer's Nekrolog und in Merkel's Buch hinreichend geschehen ist.

[2] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Band XXI.

zu den neuen Ideen, die seitdem die ganze thierische Histologie beherrschen, und macht sich unsterblich in der Geschichte der Wissenschaft als der Begründer der Lehre von der Zelle als dem Grundelement des thierischen Organismus, um dann in einem langen Leben weiter nicht viel von sich reden zu machen; der andere verarbeitet sofort das ganze durch diesen Impuls in Fluss gebrachte Material umfassender Untersuchungen mit dem schon zuvor angesammelten verwandten Wissensstoffe zu einem wohlgeordneten Lehrgebäude und wirkt fast ein halbes Jahrhundert ebenso stetig und umfassend fort, sodass er die ganze Masse seiner Wissenschaft als Autorität und Lehrer zusammenfassend beherrscht, ohne doch je einen ähnlich unvergänglichen Ruhmestitel zu erringen wie jener.

Die äussere und innere Verwandtschaft beider Werke springt ebenfalls in die Augen. Mit Recht hebt Flemming hervor, dass Schwann eben das unsterbliche Verdienst gehabt hat, das ergriffen zu haben, was damals „in der Luft lag", dass aber eben darum auch andere Theil daran haben und unter ihnen Henle. Er gehörte entschieden zu denen, welche durch gleichzeitige wichtige Beobachtungen über Zellen Beiträge zu dem Material geliefert haben, worauf Schwann seine neue Lehre stützt, indem er in der Regeneration der geschichteten Epithelien ein Beispiel vom Aufbau eines Gewebes durch Nachwachsen von einfachen Zellen beibrachte. Wohl kann daher Flemming auch aus dem fertigen Auftreten der „allgemeinen Anatomie" kurz nach den Untersuchungen von Schwann weiter schliessen, „dass Henle mit der gründlichsten Erforschung der Thiergewebe im Sinne der Zellenlehre schon lange beschäftigt war, ehe dieselbe proclamirt worden ist." Wenn aber mit diesem „im Sinne der Zellenlehre", oder dem verwandten Ausdrucke: „erste wirkliche, rationelle Gewebelehre" gemeint sein sollte, dass Henle nun die neue Lehre gleich voll adoptirt und zum Ausgangspunkte seiner Darstellung gemacht habe, so schiene mir dies doch zu weit zu gehen. Und wenn Waldeyer geradezu sagt, er habe „überall die durch Schleiden und Schwann geschaffene neue Basis zu Grunde gelegt" und es als „die von ihm sich vorgesetzte Aufgabe" bezeichnet, „die Histologie auf die Zellenlehre zurückzuführen", so steht dem Henle's eigene Erklärung direct entgegen. Er führt zwar (S. 132 ff.) aus, nachdem wir zu dem Resultate gekommen seien, „dass der Organismus aus einer gewissen Zahl von Elementartheilen, Monaden oder organischen Atomen zusammengesetzt ist" (er meint die Zellen), u. s. w., so „müsste" jetzt die allgemeine Anatomie „von der Betrachtung dieser Monaden ausgehen" oder „ein rationelles System der Histologie müsste als Eintheilungsprinzip die Metamorphose der Zellen benutzen"; aber er fährt fort, noch seien „die Fälle nicht zahlreich und sicher genug, als dass wir mit Zuversicht diese Methode befolgen könnten." Er zieht deswegen vor, „die einzelnen Gewebe oder Organe, wie sie ana-

tomisch oder physiologisch seit lange unterschieden werden, der Reihe nach in Beziehung auf ihren feineren Bau und ihre Lebenseigenschaften abzuhandeln, und nur gelegentlich auf die Verwandtschaft zwischen den Elementartheilen derselben hinzuweisen". Und noch lange nachher, in der Einleitung zu seinem Jahresberichte für 1856 (dem ersten in der Zeitschrift für rationelle Medicin) kommt er darauf zurück, dass die Anordnung der Materie in seiner allgemeinen Anatomie, die er auch in den Jahresberichten beibehalten habe, „nichts sein wollte, als ein thatsächlicher Protest gegen jede Systematik". Also er nimmt schon hier der neuen Lehre gegenüber entschieden den kritischen, reservirten Standpunkt ein, dass er zwar die Bedeutung der Zelle als eine fundamentale für den ganzen Aufbau des Organismus und also auch die ihrer Erkenntniss für die ganze Zukunft der Histologie anerkennt, aber mit den einstweilen erreichten Resultaten der Theorie von ihr noch nicht viel anfangen kann. In dieser Weise, das kann ich als Schüler bezeugen, hat er sie dann auch in seinen Vorträgen sehr „nur gelegentlich" berücksichtigt und das ganze spätere Angehen seiner Polemik gegen Virchow und die Cellularpathologie ist nur die consequente Festhaltung der Stellung, die er von vornherein gegen Schwann und die Zellentheorie genommen hat.

Also das Verdienst der allgemeinen Anatomie besteht nicht in einem frischen fröhlichen Anschlusse an die grosse Neuerung von Schwann und Schleiden. Damit ist z. B. V. Bruns in seiner fast gleichzeitigen „allgemeine Anatomie" (S. 14) rückhaltsloser vorgegangen. Die eigenthümliche Bedeutung des Werkes von Henle besteht vielmehr darin, dass er in dieser ungemein umfassenden und gründlichen Zusammenfassung alles dessen, was die Arbeit nicht nur der letzten Zeit, sondern auch der älteren Studien über allgemeine Anatomie, besonders seit Bichat über Structur, Zusammensetzung (auch chemische) und Lebenserscheinungen der Gewebe zu Tage gefördert hatte, den thatsächlichen Beweis geliefert hat, dass auch nach der Proclamierung der neuen leitenden Idee von der Bedeutung des Zellenlebens als Elementarform alles Lebens im Organismus, nun keineswegs alles, was man sonst schon von demselben weiss und gewusst hat, plötzlich veraltet sein muss, und er hat dadurch gewiss viel dazu beigetragen, dass die Generation, die nur in der neuen Strömung heranwuchs, nicht noch mehr, als es hier und da geschehen und als es in so einer neuen Epoche so natürich ist, mit der Vergangenheit ihrer Wissenschaft Tabula rasa gemacht, ihre Früchte ganz vergessen und rein von vorn angefangen hat.

War dies grosse solide Werk die reife Frucht der strengen Arbeit Henle's in den Erstlingsjahren seiner Laufbahn, so zeitigte nun die folgende Periode derselben, die vierziger Jahre des Jahrhunderts, die dreissiger seines Lebens, die ihn mit der Berufung nach Zürich zuerst in eine selbst-

ständige Stellung, mit der nach Heidelberg zugleich in eine angeregte Umgebung aufstrebender Talente (Pfeufer, Jolly, Bunsen) brachte, sein zweites nicht minder gross angelegtes und glänzend durchgeführtes Buch, das eine Zeit lang noch grösseres Aufsehen machte, die „Rationelle Pathologie“ 1846—53. Den Ausgangspunkt seiner Interessen nach dieser Seite hin bildeten dieselben mikroskopischen Untersuchungen, die ihn mitten in die Histologie hinein geführt hatten. Mit der Erforschung der Regeneration der Epithelien verband sich die des Verlaufes ihrer Abstossung bei Catarrhen und der damit verbundenen Entstehung von Schleim und Eiter. Aber schon von dem kleinen Bande der „Pathologischen Untersuchungen“, welche er noch in Berlin (1839) publicirte, konnte er selbst im Eingange der Vorrede sagen, er enthalte „wenig neue Thatsachen und viel Reflexion.“ Und wenn er in der Bearbeitung der Histologie überall die Fülle der Thatsachen, unbeirrt durch die neue Bewegung in den Theorien über dieselbe, fest und sicher zusammengestellt hat, so nahm er nun hier einen kühnen Anlauf zum Aufbau eines systematisch geordneten Gedankengebäudes aus allen Ergebnissen der Forschung auf dem Gebiete der allgemeinen Pathologie, aber auch dies mit derselben kritischen Schärfe und methodischen Unterscheidung zwischen beobachteten Thatsachen und theoretischer Betrachtung.

Gerade auf dieser Seite der methodologischen Virtuosität liegt die Stärke des Buches und der Reiz, den es noch heute dem denkenden Leser gewähren muss, es kennen zu lernen. Während Henle in dem ersten grossen Jugendwerke gegenüber dem Schwunge der neuen bewegenden Idee das ganze Schwergewicht der beobachteten Thatsache zur Geltung bringt, tritt er hier ebenso bewusst für das Recht der Hypothese gegenüber der Beobachtung ein, vorausgesetzt dass auch sie ihre Schranken nicht überschreitet; ja er nimmt für sie die Priorität der Initiative zur Forschung in Anspruch. „Der Tag der letzten Hypothese“, heisst es schon in der Vorrede, „wäre auch der Tag der letzten Beobachtung. Denn wozu anders sammelt man Erfahrungen, als um eine zur Zeit noch nicht festgestellte Vermuthung zu stützen? Wer mag beobachten, ob die Sonne im Osten aufgeht oder ob das Wasser bergab fliesst?“ Dass es freilich trotzdem Leute giebt, denen es Freude macht dem Aufgange der Sonne oder dem Tosen eines Wasserfalles zuzusehen, geht ihn gar nichts an. Er leugnet geradezu den Werth der reinen Freude an der Beobachtung als eines Motives zur Forschung. Die Wahrnehmung gilt ihm nur noch als eine Pflicht, der man sich nicht entschlagen darf, um seine Theorien nicht in die Luft zu bauen. „Es giebt eine Tugend der Entsagung“, heisst es an einer andern Stelle (Bd. I. S. 30), „im intellectuellen Gebiete wie im moralischen. In beiden besteht ein Kampf des Geistes und der Sinnlichkeit; in

diesem ist die Würde des Geistes gegen die Forderung der Sinne, in jenem der Werth der Sinnlichkeit gegen den zügellosen Flug des Geistes aufrecht zu halten; hier wird die Krone durch Ausharren des Körpers, dort durch Geduld des Geistes erworben." Dieser Vergleich wird dann in witzigem Gedankenspiele weiter ausgeführt. Diese „Tugend der Entsagung" besteht aber darin, dass man sich überhaupt dazu herablässt, Beobachtungen zu machen, weil dies nun doch einmal der einzig rechtmässige Weg ist, um dem angestrebten Ziele wohlbegründeter Ansichten langsam und sicher näher zu kommen. Anders als an der Hand einer vermutheten Ansicht der Dinge oder im Sinne einer der Natur vorgelegten Frage hat die Beobachtung überhaupt keinen Werth. Das Ergebniss dieser Grundgedanken jeder exacten empirischen Induction ist kurz zusammengefasst in dem Satze: „das Mittel, um von der Beobachtung des Einzelnen und Nächsten aus zu umfassenden und immer umfassenderen Aussprüchen fortzuschreiten, ist der wechselnde Gang zwischen Hypothese und Erfahrung, zwischen Fragen und Horchen, welchem die physikalischen Wissenschaften ihre Blüthe verdanken".

Nach diesen Prinzipien nun unternimmt Henle in der rationellen Pathologie mit ebenso eminenter Schärfe der Begriffsbildung wie Fülle des Wissens eine Revision aller nach dem Stande desselben wohlbegründeten Ansichten vom Wesen der Krankheit. Selbstverständliches Ergebniss einer solchen Arbeit in solcher Hand ist die Erkenntniss aller krankhaften wie überhaupt aller Vorgänge im lebenden Körper als eines Geschehens nach physikalischen Gesetzen unter den im Organismus während der Krankheit durch irgend eine abnorme fremde Einwirkung auf ihn gegebenen Bedingungen. So wird die Pathologie zur Physiologie und die Methode beider identisch mit der aller Naturwissenschaften. Man sagt mit Recht, dies sei für uns ein Gemeinplatz, und schliesst daraus weiter, dass es das grösste Verdienst sei, eben dies, dass es so sei, herbeigeführt zu haben. Ich besitze nicht die umfassende Kenntniss der medicinischen Literatur, um sagen zu können, ob diese Gedanken vor Henle nie so klar ausgesprochen sind, und ebenso wenig vermag ich im Einzelnen abzuwägen, wie viel von den Ergebnissen seiner pathologischen Betrachtungen neue Errungenschaften sind. Aber das ist gewiss: sein entschiedenes Eintreten für jene Grundsätze war ein Wort zu rechter Zeit gegenüber den vorhergegangenen Phantastereien einer naturphilosophischen Richtung und ebenso gegenüber der Gefahr des Verfallens in einen rohen Empirismus als Rückschlag nach derselben, und Henle hat durch sein Werk gewiss mächtig zur Neubelebung einer exacten methodischen Erörterung alter und neuer Fragen der Pathologie beigetragen. Dass er z. B. speciell in den Fragen über Contagien und Miasmen die alte Hypothese vom Contagium vivum mit Allem, was

dieselbe schon aus der Betrachtung des Verlaufes der Krankheiten heraus plausibel macht, lebhaft vertreten hat, wird ihm mit Recht von der jetzigen Generation, die auf diesem Gebiete ihre grössten Erfolge erzielt hat, hoch angerechnet.

Neben den beiden grossen Jugendwerken der allgemeinen Anatomie und rationellen Pathologie entfaltet sich Henle's kritische und sammelnde Thätigkeit auf beiden Gebieten zugleich in seinen Jahresberichten und die anatomischen im weitesten Sinne, wobei denn doch auch die Pathologie in ihrer histologischen Begründung mit fortlief, führte er später, auch neben seinem grossen Hauptwerke, der Anatomie des Menschen, fort, ebenso wie die Redaction der Zeitschrift für rationelle Medicin, die ihre Entstehung der Zeit der Pathologie in Heidelberg verdankt und an die er dann auch die Jahresberichte dauernd anschloss. Mit umfassender Gründlichkeit fuhr er hier stetig fort, alles neue Material zur Förderung der früher von ihm bebauten Gebiete wie seines späteren Arbeitsfeldes zu sammeln und zu sichten und es an seiner Stelle dem Altbekannten anzuschliessen und einzuordnen.[1] Hauptsächlich aber benutzte er diese regelmässig wiederkehrende Gelegenheit, um seinen kritischen Standpunkt gegenüber der weiteren Entwickelung der Histologie und vor Allem der Zellenlehre, in allen ihren Phasen, mit stets bereiter Schlagfertigkeit der Polemik und des Witzes immer von Neuem energisch zu vertreten, und dies war der Grund, dass diese Berichte bei Anhängern und Gegnern mit Spannung verfolgt wurden. Treffend bezeichnet Flemming diese Thätigkeit Henle's als „eine Controlarbeit in grossem Stil", durch welche er „mächtig dazu beigetragen" habe, „dass der Fortschritt in der mikroskopisch-biologischen Arbeit, zu der sich in der Hoffnung auf rasche Entdeckungen Alles drängte, einen relativ so geordneten Gang eingehalten hat". Also es war hier wieder, wie ich es oben schon von der allgemeinen Anatomie gesagt habe, ein retardirendes Prüfen und Abwiegeln, welches er dem Sturme des Gefühles von Sicherheit entgegensetzte, mit welchem die Generation, die auf Schleiden und Schwann folgte, sich der Illusion hingab, als seien mit der Idee von der Bedeutung der Zelle die Räthsel der Histologie und des Lebens gelöst. Und so war es bekanntlich vor Allem die „Cellularpathologie" Virchow's, welche Henle's scharfe und schneidige Kritik auf sich zog.

Sowohl die einzelnen Streitpunkte, wie die grossen Schlagworte der damaligen Zeit sind jetzt ein „überwundener Standpunkt"; aber es verlohnt

---

[1] Er gehörte auch nicht zu den Berichterstattern, die nur alle Abhandlungen ihres Faches und der speciellen Vertreter desselben nach der Reihe excerpiren, von dem aber, was etwa sonstwo auch dazu Gehöriges erscheint, und namentlich von dem, was in „Büchern" steht, keine Notiz nehmen.

sich doch einmal zu fragen, was davon nach beiden Seiten übrig geblieben ist. Die Strömung der Zeit in der Histologie ist weiter gegangen und der, welcher damals den Fortschritt in dieser Richtung vertrat, erscheint für die ferner stehenden Zuschauer am Ende als der Sieger, der, welcher zurückhielt, als der überwundene Gegner. Dennoch wird man, wenn man sich die Punkte, um die gestritten wurde, möglichst reconstruirt und mit dem heutigen Stande der Wissenschaft vergleicht, zugestehen müssen, dass der „Geist, der stets verneint", wie so oft, meist im Einzelnen Recht hatte, wenn er sich auch im Ganzen selbst nicht eingebildet und wohl auch nicht ernstlich beabsichtigt hat, den Fortschritt in der Richtung, in der er zu erwarten war, dauernd zum Stillstand zu bringen.

Mit Recht erinnert Waldeyer im Sinne einer solchen nachträglichen Revision damaliger Streitpunkte an die scharfe Erörterung von Henle über die wahre Gestalt der Gebilde, mag man sie Lücken oder Körperchen im Bindegewebe nennen, welche im Querschnitte und Längsschnitte der Fasern spindel- oder sternförmige Umrisse mit feinen, spitzen Ausläufern zeigen, durch die er nachwiess, dass sie trotzdem keine spitzen Ausläufer haben können, weil solche, als entweder parallel den umgebenden Fasern der Sehne oder quer zu denselben verlaufend, auch in der anderen Ansicht zu sehen sein müssten, dass dagegen diese Bilder nur der Ausdruck einer mit mehr platter Ausbreitung sich zwischen die Fasern hineinerstreckenden Form dieser Gebilde in zwei verschiedenen Ansichten, mit einem Worte die Gestalt der Lücken zwischen diesen Fasern sein könne. Offenbar entspricht dies ganz der heutigen Anschauung von der Gestalt der fixen Bindegewebszellen. Und wenn wir den Streit über die Natur dieser Gebilde, als Zellen oder blosse Lücken zwischen Fasern, nur auch wieder im Sinne des damaligen Begriffes von der Zelle fassen, und dann fragen, welche der beiden damaligen Ansichten wir heute für richtig halten, so hat Henle Recht behalten. „Zelle oder nicht Zelle" das hiess damals so viel, wie von einer eigenen Membran begrenzt, oder nicht, und in diesem Sinne wollte Virchow den Nachweiss der Zellen zwischen den Fasern durch Isolirung erbracht haben, indem er die spindel- und sternförmigen Figuren an Quellungspraeparaten noch vorfand, und Henle wiederlegte diesen scheinbaren Beweis durch den Hinweis auf die Beobachtung, dass die durch die Quellung scheinbar aufgelösten umgebenden Fasern durch andere Reagentien wieder sichtbar wurden, also eben nicht aufgelöst waren. Daraus ergab sich, dass jene ganzen in die Lücke der Fasern passenden Gebilde nicht erweislich von einer Membran zusammengehalten seien. Heute verlangen wir zum Begriff der Zelle keine Grenzmembran mehr, und nach dem heutigen Begriffe der Zelle steht also nichts im Wege, die fixen Körperchen auch ohne eine solche als Zellen anzusprechen; aber so war es damals nicht gemeint,

und so, wie es damals gemeint war, müssen wir also heute sagen, hat damals Henle Recht gehabt.

Und nun muss man weiter zugeben, wenn er die ganzen von den Sehnen- oder sonstigen Bindegewebsfasern umschlossenen Lücken nicht als Zellen anerkannte und mit Recht nicht anerkannte, dass er dann auch mit Recht die Bildung der Leukocyten in ihnen nicht als eine endogene Zellbildung gelten liess, sondern nur als Bildung von neuen Zellen in Lücken des Gewebes. Daraufhin ergoss er denn seinen scharfgesalzenen Spott über die Cellularpathologie, dieselbe komme auf die grosse Wahrheit hinaus, dass die pathologischen Producte sich immer da bilden, wo Platz für sie sei, und immer wieder muss man heute sagen: so ist es. Mit dem Vorkommen der Leukocyten an diesen Orten war und ist jedenfalls ihre Abstammung von Zellen nicht erwiesen. Sie kommen, diese Wanderzellen, wie wir seit Cohnheim wissen, aus dem Blute; sie entstehen nicht aus den fixen Bindegewebskörperchen; sie liegen auch nicht in ihnen, sondern mit ihnen in den von ihnen ausgekleideten Bindewebsspalten.

Wie kommt es nun trotzdem, dass der Eindruck am Ausgange aller dieser Streitigkeiten bleibt: Virchow's Anschauungen sind durchgedrungen, die Henle's unterlegen? Eben daher, dass Henle überhaupt nicht eigentlich eine Ansicht oder Richtung gegen eine andere vertrat, sondern nur skeptisch-kritisch gegen die übereilte Kühnheit in der Vertretung der neuen Ansicht von der Bedeutung der Zelle als Grundelement des Organismus retardirend ankämpfte. Denn, selbst wenn er im Eifer gegen die Sicherheit der Leugnung jeder Art von Generatio aequivoca diese selbst noch zu vertheidigen, oder als noch nicht endgiltig widerlegt an der Tagesordnung zu halten versuchte, war dies wohl kaum ernst gemeint, und was die Bedeutung der Zellen betrifft, so sah er ja selbst die endliche volle Anerkennung derselben als Ende vom Liede voraus.[1] Mitten in der Hitze des Gefechtes in dem Jahresberichte für 1858, aus dem auch die hauptsächlichen obigen Reminiscenzen genommen sind, erklärt er schliesslich, indem er „die intercelluläre Entstehung des Eiters bestreite," möge er „nicht zugleich über die Versuche abgesprochen haben, die Eiterkörperchen und die Elemente der Geschwülste als Nachkommen vorhandener, also normaler Zellen und Kerne aufzufassen." Nachdem er dann gleich noch einige Möglichkeiten, wie man sich dies auch noch vorstellen könne, angedeutet hat, kommt er zu dem Schlusse: „erst dann, wenn eine sorgfältige, von einer genauen Kenntniss der normalen Structur

[1] Vielleicht hat Virchow im Stillen auch schon nicht anders gedacht, als er auf der Naturforscher-Versammlung in München 1877 gegen Klebs erklärte, er nehme vorerst nur die Mikroorganismen als Krankheitserreger an, die man ihm zeigen könne. „Die Welt ist rund. Sie muss sich drehen."



ausgehende Untersuchung diese Vermuthungen bestätigt haben wird, wird die freie Zellenbildung den Stoss erlitten haben, den die Cellularpathologie ihr schon jetzt beigebracht zu haben meint. Der letzteren aber wird dann, gegenüber den zahlreichen Irrthümern, die wir zu berichtigen hatten, auch ein Verdienst nachzurühmen sein, das Verdienst, durch eine kecke Aufpflanzung der Fahne die Züge von Hingebung und Ausdauer hervorgerufen zu haben, die sich im Kampfe für dieselbe hoffentlich künftig noch kund geben werden."

Wir kommen zu dem grossen Hauptwerke der reifen Jahre des Meisters, der langen Zeit seines ruhigen Göttinger Gelehrtenlebens (seit 1852), dem Abschlusse seiner Laufbahn und Berufsarbeit, dem Handbuche der systematischen Anatomie und den einzelnen Abhandlungen, die ihm wie die fortgesetzten Jahresberichte als Vorarbeiten oder Belegstücke zur Seite gingen. Man hat von ihm gesagt, dass es die Wissenschaft in dem ganzen weiten Gebiete, das es umfasst, vielfach bereichert, epochemachend umgestaltet hat. Ersteres gewiss, letzteres schwerlich. Beides ist es nicht, worauf seine Bedeutung beruht. Eher das, was Henle selbst als die Tugend voranstellt, auf die er es dabei abgesehen habe, die Methode der Darstellung, mehr noch ohne Zweifel die gewaltige systematische Durcharbeitung und kritische Sichtung. Am meisten aber nun, im Gegensatze zu dem theoretischen Ueberschwange der rationellen Pathologie, die strenge Durchführung des rein descriptiven Princips der vollkommen unbefangenen Beobachtung. Waldeyer zählt eine Reihe von „neuen Funden" auf, die sich in dem Werke niedergelegt finden, und sie liesse sich ohne Zweifel leicht noch vermehren; aber ohne Zweifel kann daran allein nicht der Werth eines so gross angelegten Werkes von einem bedeutenden Forscher liegen. Er spricht darüber hinaus von „einer wahrhaft umgestaltenden Gesammtdarstellung"; dem kann ich nicht beistimmen. Gegen grosse gleichzeitige Wandelungen der Anatomie im Ganzen hat er sich sogar ablehnend verhalten, wie gegen die Begründung der Ansichten vom Organismus auf die Entwickelung, und zu der tiefer eindringenden Benutzung der Histologie und Physiologie in der Darstellung der Anatomie hat er wenigstens nicht entscheidend mitgewirkt. Die wahre Bedeutung der eigenen Arbeit, die Henle an die Ausarbeitung des Werkes gesetzt hat, liegt neben dem Fleiss und der Gründlichkeit, mit der er alles zur Sache Gehörige zusammengetragen, in der Schärfe der Kritik, mit der auch das schon als fertig Ueberlieferte von Neuem darauf geprüft hat, ob es auch bereits vollkommen bewiesen und sicher gestellt sei. Dadurch hat er ungeahnte Lücken des bisherigen Wissens aufgedeckt und theils ausgefüllt, mehr noch zu ihrer Ausfüllung den Anstoss gegeben. Zur Begründung dieser Ansicht wird auf einige Hauptabschnitte einzeln einzugehen sein.

Nehmen wir z. B. gleich die „Bänderlehre", von welcher der Nekrolog in der „Allgemeinen Zeitung" (F. M.) besonders hervorhebt, dass sie „vollständig neu gestaltet" sei, so, muss ich sagen, spricht schon der Name dagegen. Denn die pure Lehre von den Bändern ist und bleibt als solche ein altes langweiliges Inventarstück, wenn es auch mit einigen neuen Schulbegriffen, wie „Haft- und Kapselbänder", aufgefrischt und mit vielen einzelnen genaueren Angaben, die bei Henle niemals fehlen, vermehrt und verbessert wird. Wenn aber die Anatomie heute an die Stelle dieser „Bänderlehre" die Betrachtung der Gelenke als der Verbindungen der Knochen zur Einheit des Skelets gesetzt hat, so darf ich wohl ohne Ueberhebung sagen, dass dies besonders durch H. Meyer's, C. Langer's und meine Arbeiten bewirkt worden ist, und Henle hat gelegentlich auch in dieser Richtung einzelne brauchbare Beobachtungen beigesteuert, z. B. für das Kiefergelenk[1]; aber herbeigeführt hat er eben diese Umgestaltung dieses Capitels unserer Wissenschaft nicht nur nicht, er hat sie in seiner Bearbeitung nicht einmal adoptirt, sondern ist eben auf dem alten „Bänderlehre"-Standpunkt stehen geblieben.

Und auch von der Muskellehre kann man freilich wohl mit dem obigen Nekrologe sagen, dass ihr „neue Seiten abgewonnen" sind, sofern manches Detail genauer als zuvor beschrieben ist, auch hie und da ganz originelle „physiologische Bemerkungen" angehängt sind, z. B. über die Wirkung der Intercostalmuskeln als Widerstand leistend gegen Einsinken der Intercostalräume; aber die ganze Darstellung ist in keinem neuen frischen Zuge gehalten, weder physiologisch, noch topographisch oder gar morphologisch, also in keiner der Richtungen belebt, die ihr heute noch ein lebendiges Interesse gewinnen können, ja nicht einmal in plastisch anschaulicher Weise dargestellt, wie bereits seit Jahrhunderten. Ueberall ist das Bild des Zusammenhanges der Lage und also auch der Wirkung der Muskeln auseinander gerissen und dem einzigen ärmlichen Interesse einer möglichst gründlichen Bloslegung der letzten Befestigung an Knochen geopfert. Und in den Bildern zu diesem Theil des Werkes fehlt es vor allem an jeder Art frischer oder gar schöner Darstellung normaler Gestalten.

Nun wird man mich fragen: Wann kommt denn nun etwas, an dem man in diesem Werke seine Freude haben, was man bewundern kann? Ich antworte: in der Splanchnologie, in der die Ergebnisse der mikroskopischen Forschung wie nie zuvor kritisch durchgearbeitet und zusammengefasst sind. Zwar auf den ersten Blick ist auch hier das Ergebniss kein imponirendes. Im Gegentheil: wenn wir die erste Auflage des zweiten Bandes aufschlagen, die im Laufe einiger Jahre in drei Lieferungen er-

[1] Ich habe dies in meiner Arbeit über dasselbe (*Zeitschr. f. rat. Medicin.* III. Band VIII, S. 52) als wichtigsten Vorgang meiner Darstellung hervorgehoben.



schienen ist, begleitet von den einzelnen Abhandlungen über die Leber, die Niere, so ergiebt sich das überraschende Facit, dass das Vorwort (December 1865) auf einer einzigen Seite die wichtigsten eigenthümlichen Darstellungen, die in dem Buche stehen, revocirt, und dennoch liegt in diesen der eigenartigste Triumph der kritischen Schärfe und strengen Methode der Arbeit des Meisters.

Was war es mit einem Worte, was Henle hier im Gegensatz zu der früheren und dann bald wieder neu hergestellten Darstellung vorübergehend behauptet hat? Man kann sagen, dass die Leber nicht die Leber und die Niere nicht die Niere sei. Die Leber nicht die Drüse, welche die Galle bildet. Denn Henle leugnete die Verbindung des Gallenganges mit dem Gewebe der Leber. Und die Niere nicht die Drüse, welche den Urin bildet. Denn er leugnete den Zusammenhang ihrer Endelemente mit dem Ende der Harnkanäle. Diese Zusammenhänge hatte man aber längst angenommen, wie wir sie heute wieder annehmen, angenommen als etwas Feststehendes, Altbekanntes, an dem Niemand einfiel zu zweifeln. Da war nun aber Henle nicht der Mann, der sich bei dieser so scheinbar selbstverständlichen, physiologisch einleuchtenden Wahrscheinlichkeit beruhigte, sondern er ging der Sache auf den Grund und fand nach sorgfältiger Prüfung aller vorliegenden Angaben und eigener wiederholter genauer Untersuchung, dass der Nachweis des Zusammenhanges der Gallengänge mit den Leberläppchen und der offenen Harnkanäle mit den Glomeruli nicht erbracht sei. Ein Anderer hätte nun wohl nicht geruht, bis er den noch ausstehenden Nachweis endlich gefunden hätte und die Sache bis dahin in der Schwebe gelassen. Ihn aber plagten jetzt, wenn er die Thatsache durch Beobachtung festgestellt hatte, keine physiologischen oder überhaupt rationellen Skrupel und Zweifel mehr, die ihn hätten abhalten können, aus dem rein anatomischen Befunde auch die aus Gründen und Erwägungen der Function unwahrscheinlichsten Schlüsse zu ziehen. Er hatte seinen kritischen Prüfungstrieb befriedigt, wenn er die bisherige falsche Zuversicht der allgemeinen Ansicht als solche aufgedeckt hatte, und blieb ruhig bei der Proclamirung dieses so überraschenden Ergebnisses der Untersuchung stehen. Ja, er ging noch einen Schritt weiter, indem er nun nach dem Stande der Acten den Versuch machte, eine andere Darstellung von dem Bau und der Bedeutung der beiden incriminirten Organe an die Stelle der längst als feststehend angenommenen zu setzen. Bei der Leber gelang ihm dies noch in einigermassen plausibler Weise, indem er einer Art traubenförmiger Drüsen an den Gallengängen die Aufgabe übertrug, die Galle zu bilden und der Leber als einer Art Blutgefässdrüse nur die Bildung von Stoffen, die mit dem Blute wieder ausgeführt werden, wie namentlich die des Zuckers, überliess. Bei der Niere freilich war es noch schwieriger, sich ein Bild davon zu

machen, wo der Urin herkommen sollte, wenn er eben nicht aus dem letzten Ende der Harnkanäle käme. Irgend etwas musste er doch an die Stelle setzen, wenn er die alte Ansicht nicht für begründet hielt, und damit war es freilich, wie die Dinge lagen, schwach bestellt. Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, dass er selbst von dieser Lückenbüsserei, die er als Nothbehelf für das negative Ergebniss seiner kritischen Arbeit brauchte, nicht sehr durchdrungen und überzeugt war.[1] Denn sonst bliebe es doch fast unbegreiflich, dass er nicht, bevor er damit hervortrat, erst ernstlicher versucht haben sollte, sie anatomisch zu stützen, dass er namentlich die obscuren, fraglichen, traubenförmigen Drüsen des Gallenganges, wenn er sie wirklich für ein so wichtiges neu entdecktes Organ gehalten hätte, wie es die Leber in der That ist, nicht erst weiter auf ihre Structur, ihr Drüsengewebe untersucht hätte, statt sich damit zu begnügen, dass er eine Reihe von Umrissbildern derselben nach grob injicirten Praeparaten gab, und ebenso die Frage offen gelassen hätte, wo die offenen geraden Harncanälchen herkommen sollten, wenn nicht aus den gewundenen mit ihren Glomeruli in der Rindensubstanz. Aber das reizte ihn eben nicht, weil er wohl im Stillen ebenso das Vorgefühl hatte, dass sich die Sache noch anders auflösen müsse, wie als er bei seinen ganzen Kampfe gegen die Zellenlehre mit Bewusstsein nur glänzende Rückzugsgefechte gegen eine Anschauung lieferte, deren Sieg er noch nicht für mit Recht gewonnen, aber über kurz oder lang doch bevorstehend hielt, und er überlies es also der weiteren Arbeit allseitiger Forschung da wieder aufzubauen, wo er einstweilen in den noch nicht hinreichend solid fundamentirten Bau der bisherigen Anschauungen Bresche gelegt hat. In diesem Sinne ist ja dann die Lösung auch bald gefolgt.

Charakteristisch nicht nur für Henle ist und bleibt es, sich zu erinnern, in wie verschiedener Art verschiedene Leute auf den verblüffenden Eindruck der so offenbar paradoxen Ansichten von Henle reagirten. Die Einen versuchten ihm, in der stillen Zuversicht, dass es doch so nicht sein könne, Irrthümer in der Untersuchung nachzuweisen. Aber mit souveräner Sicherheit und Ironie wies er es in seinen Jahresberichten zurück, wenn Kölliker und Hyrtl ihm zumutheten, Blutgefässcapillaren mit Harnkanälchen verwechselt zu haben. Anders Ludwig, der sofort einsah und anerkannte, dass Henle richtig gesehen hatte, aber ebenso überzeugt war, dass noch eine Aufklärung folgen müsse, welche zu einer ähnlichen Gesammtauffassung der Organe wie zuvor führen würde, und nun nicht ruhte, bis sie gefunden

[1] „Ich habe die Misslichkeit solcher Schlüsse aus negativen Thatsachen nie verkannt", so äussert er sich selbst schon im Jahresberichte für 1864 nachträglich entschuldigend darüber, dass er so weit gegangen ist.

war. Auf sein Betreiben und unter seiner Leitung fanden in kurzer Zeit Mac-Gillavry die Endigung der Gallengänge in den Leberläppchen und Schweigger-Seidel den Zusammenhang der offenen Harncanäle mit den gewundenen Schaltstücken, mit den von Henle beschriebenen schlingenförmigen und durch diese mit den Enden der gewundenen, und nun gab Henle gleich nach und rettete sofort nur das „positiv Neue“, das als Rest von seiner Untersuchung übrig bleiben musste. Wenn demnach die „Henle'sche Schleife“ als das einzige endliche Ergebniss seiner Arbeit in der Wissenschaft stehen bleibt, so ist doch darin der Werth derselben keineswegs allein enthalten. Denn höher steht der gelungene Nachweis, dass man den inneren Zusammenhang der Structur von zwei so wichtigen Organen zuvor noch nicht erkannt hatte, so dass er nun darauf hin erst zu finden war. Bezeichnend ist endlich auch, mit wie kleinen Veränderungen in der zweiten Auflage Alles wieder in Ordnung gebracht war, wo es sich im Resultate um die Herstellung einer fundamental umgestalteten Auffassung handelte. In einer im Ganzen so rein descriptiven Darstellung genügen dazu am Ende wieder einige einzelne veränderte Angaben.

Dies Ergebniss der Behandlung dieser beiden grossen Fragen in Henle's grossem Buche ist aber typisch für die Methode seiner ganzen Bearbeitung des Stoffes und für die volle Würdigung ihrer Resultate in allen möglichen kleinen und grossen Fragen. Alle Angaben sind zuverlässig, da sie alle neu geprüft sind, und keine der möglichen Angaben fehlen. Der Bestand des ganzen Faches ist nach der vorhergegangenen Zeit einer grossen Umgestaltung durch die Fortschritte der mikroskopischen Untersuchung neu gesichtet und vermuthlich für ziemlich geraume Zeit wieder fest zusammengestellt, so dass neue Fortschritte mit einiger Sicherheit wieder an- und eingefügt werden können, ohne an dem Ganzen zu rütteln und seinen Bestand zu erschüttern. Und desshalb habe ich es für der Mühe werth gehalten, wenn ich auch sonst die Verfolgung aller einzelnen Fortschritte der anatomischen Beobachtungen und Ansichten nicht für gar so wichtig halte, doch gerade diese so interessante Episode aus der jüngsten Geschichte der Anatomie in der Erinnerung aufzufrischen, weil in derselben das Princip der Methode empirischer Forschung in so schlagender Weise hervortritt und die kritische Strenge derselben, für die uns Henle ein so harter, aber gerechter Lehrmeister war, zu ihrem vollen Rechte kommt, anstatt sie todtzuschweigen, als wäre es eine Schande, dass er das letzte Resultat nicht direct erzielt hat.

Soll ich zuletzt auch noch auf die „Nervenlehre“ kommen, so kann ich zunächst Waldeyer nicht widersprechen, wenn er insbesondere die Beschreibung des Centralorganes als den am wenigsten gelungenen Abschnitt des ganzen Werkes bezeichnet. Denn, wenn man ihm auch eigent-

lich nichts zum Vorwurfe machen kann, als dass hier kein glücklicher neuer Wurf gelungen ist, so wäre es doch hier besonders auf einen solchen angekommen und auch die Möglichkeit dazu gegeben gewesen, wenn eben Henle nicht die Abneigung dagegen gehabt hätte, moderne Anschauungen vom Bau eines Organes auf moderne Ansichten von seiner Structur oder Entwickelung zu begründen oder daraus herzuleiten, was schon Johannes Müller, wie His bezeugt, in lichtvoller Weise gethan hat. Daneben tritt nun hier Henle's Bestreben, die kritische Beanstandung hergebrachter Ansichten durch die Aufstellung von möglichst noch unwahrscheinlicheren in's Licht zu stellen, in einer Zuspitzung auf, bei der es doch unvermeidlich darauf hinausläuft: „allzu scharf macht schartig". Unter „erstens" bis „sechstens" zählt Henle, anknüpfend an eine alte Erörterung der gleichen Frage in seiner Allgemeinen Anatomie, alle die ebenso scharfsinnigen wie spitzfindigen Gründe auf, aus welchen er es für einfacher und wahrscheinlicher halte, den Sitz der psychischen Vorgänge in den Fasern der weissen als in den Zellen der grauen Substanz zu suchen. Hier wird es doch noch schwerer als bei den Festons der schlingenförmigen Harncanäle, die den einen mit dem anderen Glomerulus verbinden sollten, ernsthaft zu bleiben und zu glauben, dass er selbst auch nur an die Möglichkeit, dass es wirklich so sei, gedacht habe. Jedenfalls scheint diese Paradoxie kaum beachtet worden zu sein, vielleicht weil sie in einem einleitenden Capitel geschrieben steht und weil dergleichen heute Niemand liest. Jedenfalls hat sich, so viel ich weiss, noch Niemand gefunden, der sie zu widerlegen für nöthig gehalten, geschweige denn, der ihr zugestimmt hätte.

Fassen wir das Ergebniss der ganzen grossen Arbeit zusammen, so wird man sagen müssen: Henle hat keine grossen neuen Entdeckungen in die Anatomie eingeführt, keinem Capitel derselben eine wesentlich neue Gestalt gegeben; aber er hat das ganze Gebiet derselben gründlich durchgearbeitet, den ganzen Inhalt wohlgeordnet und vor Allem durch kritische Begründung sichergestellt hinterlassen und in gründlicher Vollständigkeit zusammengefasst.

Nachträglich noch ein paar allgemeine Bemerkungen über die Darstellung der Anatomie in Text und Bildern des Handbuches. Die letzteren werden mit Recht als vorzügliche Leistungen genauer Zeichnungen von Praeparaten und ihrer Herstellung in Holzschnitt bewundert; aber ich habe auch schon oben bei der Muskellehre nicht umhin gekonnt anzumerken, was ich an ihnen vermisse, eine klare, übersichtliche, plastisch-anschauliche oder gar schöne Darstellung von Form, Gestalt und Lageverhältnissen der Organe. Dies liegt wohl zum Theil daran, dass Henle im Eifer der exacten Wiedergabe sichergestellter Befunde eigener Beobachtung sich vornahm und daran festhielt (mit wenigen Ausnahmen) nur Originalabbil-

dungen ihm selbst vorliegender Objecte zu geben. Dies führte nun bei dem geringen Material, über welches er verfügte, nothwendig dazu, dass er sich oft mit sehr unansehnlichen Praeparaten behelfen, schwächliche oder hässliche, ja selbst von der Norm abweichende Leichentheile benutzen musste. So stellt die einzige Vorderansicht eines Schädels das fast affenartige Bild eines fast pathologischen Mikrocephalus dar und, wie man auch über die normale Lage des Uterus denken mag, die Abbildung eines Sagittalschnittes durch das Becken, die er giebt, kann eine solche nicht repraesentiren. Aber der Grund dieses Mangels liegt doch noch tiefer. Henle hat selbst fein gezeichnet und hat in der Jugend auch einmal Lehrer der Anatomie für Künstler werden wollen; aber es liegt nichts von ihm vor, was dafür spräche, dass er für Schönheit und Ausdruck der äusseren Gestalt des menschlichen Körpers einen irgend ausgeprägten Sinn gehabt hat. Ja noch mehr: es fehlte ihm auch das plastische Verständniss für körperlich topographische Verhältnisse. Er hat zwar auch die gegenseitige Lage der Theile im Körper berücksichtigt; aber dies ist allemal die schwächste Seite seiner Darstellung. Darum hat er sich erst in der zweiten Auflage dazu bequemt, die Topographie der Brust- und Baucheingeweide nachzuliefern. Er hat auch das neueste Hülfsmittel der topographisch-anatomischen Arbeit, die Anlegung von Durchschnitten durch erhärtete Theile, angewendet und Abbildungen derselben in sein Buch aufgenommen, aber nicht wenige derselben mit unrichtigen Erklärungen versehen.[1] Er hat offenbar weder eine besondere Gabe noch Uebung gehabt, sich in derartige Anschauungen hinein zu denken.

Gerühmt werden auch Henle's Verdienste um die Nomenclatur, und es versteht sich fast von selbst, wenn ein so klarer Kopf wie er, daran geht ein Hand- oder Lehrbuch zu schreiben, dass er zu allerlei Nomenclaturfragen Stellung nehmen und hie und da zu einer vernünftigen oder auch praktischen Neuerung in diesen Fragen gedrängt werden muss; also das hat auch Henle gethan. Sonst kann ich mich weiter nicht dafür begeistern. Ich schwärme nicht einmal für das Ideal der Ausrottung aller Synonyma. Vielleicht habe ich zu wenig Sinn dafür; aber auch Henle hat sich, glaube ich, nicht stark dafür erwärmt. Jedenfalls liebte er es, darüber zu scherzen, dass er sich selbst an seine neu erfundenen Ausdrücke nicht gewöhnen könne, sondern stets fortfahre, die Namen zu brauchen, die er von jeher gewohnt gewesen sei. Desto bedeutender scheint mir die letzte mit Recht allgemein gerühmte Tugend seines grossen Hauptwerkes, wie jeder Zeile, die er geschrieben hat, sein klassischer Stil. Denn

[1] Der gröbste derartige Fehler, die Verwechselung der Aorta und A. pulmonalis auf dem Durchschnitte durch das Herz, ist erst in der neuesten Auflage des Grundrisses von Merkel berichtigt.

dieser hängt mit den grössten Eigenschaften seines Geistes überhaupt, sowie insbesondere seiner eminenten Lehrgabe auf's Innigste zusammen, und damit gehe ich nun zur Betrachtung des zweiten Theiles seiner grossen Leistungen, zu Henle's Bedeutung als Lehrer über.

Wenn von der Thätigkeit eines Vertreters der Wissenschaft als Lehrer bei uns die Rede ist, handelt es sich um zweierlei, um den Forscher, der, indem er die Wissenschaft fortbildet, auch seine Schüler anleitet dasselbe zu thun, und um den Professor, der sein Fach im Ganzen vorträgt und seinen Studenten ein Bild davon giebt. Ich will das Erste voranstellen, weil es als vornehmer gilt und besonders heutzutage auf unserem Gebiete, der Medicin und Naturwissenschaft, in die erste Linie gestellt zu werden pflegt. Es liegt im Zuge der Zeit, dass, wie so viele Handarbeit, auch die wissenschaftliche, besonders wenn sie auch etwas mit Handarbeit verbunden ist, heutzutage fabrikmässig betrieben wird. Ein grosser Unternehmer, welcher Gedanken hat und welchem der zur Verfolgung derselben dienliche Apparat, genannt Institut zur Verfügung, beschäftigt Arbeiter, welchen er Aufgaben stellt, deren Ausführung ihre Kräfte gewachsen sind. Er stellt die Fragen. Sie machen die Wägungen, Messungen, Analysen, Injectionen, Schnittserien und Reinculturen, welche die Antwort geben sollen. Ist die Frage richtig gestellt und wichtig, und der Apparat wird gehandhabt, wie er soll, so muss auch eine richtige und wichtige Beantwortung, also ein Resultat als Product herauskommen. Manche der so beschäftigten Arbeiter sehen dem Meister mit der Zeit auch ab, wie man die Fragen stellt, und wenn sie dann Glück haben und man vertraut ihnen auch ein Institut an, so werden sie auch Unternehmer, die etwas damit zu Stande bringen; andere bringen es nicht so weit.

So ein grosser Unternehmer ist auf unserem Gebiete vor allen C. Ludwig. Aus seinem Laboratorium sind auf diese Art manche bedeutende Arbeiten hervorgegangen, und mit ihnen die Namen der Arbeiter, welche dieselben angefertigt haben, dauernd in die Annalen der Wissenschaft eingetragen, während ihre Träger, nachdem sie das Institut verlassen haben, schnell wieder von der Bildfläche verschwunden sind, auch wenn sie nicht ein früher Tod ereilt hat, wie den trefflichen Schweigger-Seidel. Ludwig hat es eben in seinem schönen Nekrolog auf Brücke[1] als eine Eigenthümlichkeit hervorgehoben, dass dieser nicht so gearbeitet, in seine eigenen Untersuchungen Niemand habe mit eingreifen lassen, sondern nur solchen Schülern, die aus eigenem Antriebe wissenschaftliche Aufgaben verfolgten, mit gutem Rath an die Hand gegangen sei. Henle hat dasselbe von sich selbst gesagt. Er schrieb mir in der Antwort auf meinen Glückwunsch

[1] Beilage zu Nr. 65 der *Allgem. Zeitung.* (5. März 1892).

zu seinem Jubiläum: „Sie wissen, dass ich ein eigentliches Laboratorium im modernen Sinne nie besass, sondern zufrieden war, wenn Einzelne sich meines Rathes bedienen mochten.“ Ich glaube auch nicht, dass wir nöthig haben, dies mit Merkel nur aus dem äusseren Umstande zu erklären, dass in der alten Göttinger Anatomie kein Platz für mehr selbständig arbeitende Schüler als die Prosectoren war. Der Grund liegt doch wohl tiefer, wenn ein Mann von Henle's Bedeutung und sonstigen Erfolgen in einem langen Leben auf dem Gebiete der geistigen Arbeit nicht in gleichem Maasse wie viele andere dem Princip der Arbeitstheilung gehuldigt hat.

Will man ihm durchaus auch den Ruhm der „Schule“ im modernen Sinne vindiciren, so kann man sich ja auf die stattliche Reihe der Namen von „Schülern in akademischen Stellungen“ berufen, welche die Adresse zu seinem Jubiläum unterzeichnet haben; aber es würde sich doch erst fragen, wie viele von diesen „bei Henle gearbeitet“ haben, wie der gangbare technische Ausdruck ist. Ich will in dieser Beziehung nur meine eigene Erfahrung als Beispiel anführen, da ich vermuthe, dass sie für die Mehrzahl von den vielen Schülern Henle's als typisch wird gelten können. Ich schickte ihm, nachdem ich in mittleren Semestern bei ihm in Göttingen studirt hatte, als älterer Student von Marburg aus meinen erste Arbeiten über Gelenkmechanik und begleitete dieselben natürlich mit verbindlichen Wendungen des dankbaren Schülers über erhaltene Anregung. Er lehnte dies sogleich mit freundlicher Feinheit ab, und er hatte Recht, sofern ich speciell zu diesen Untersuchungen und der „Methode“, die ich mir dafür, sowohl im Sinne der Fragestellung, als auch in dem modernen der Anwendung von Hülfsmitteln der Beobachtung, weder von ihm noch von irgend sonst Jemand einen Anstoss oder eine Unterstützung erhalten hatte. Nachdem ich dann in den nächsten Jahren auf diesem Wege schnell eine Reihe ähnlicher Arbeiten geliefert hatte, war es Henle, der mir nun den guten Rath gab, schnell zu etwas ganz Anderem überzugehen, z. B. zum Gewebe des Nabelstranges oder Nagelbettes, weil, wie er es scherzhaft begründete, der Reim „Henke—Gelenke“ nun alt genug sei. Vielleicht hätte ich es weiter in der Welt gebracht, wenn ich diesen Rath befolgt und, wie man auch wohl gesagt hat, bald hier, bald da in meinem Fache „eine Visitenkarte abgegeben“ hätte. Aber selbst bin ich von meinen eigenen Arbeiten befriedigter, nachdem ich meinen eigenen Weg meiner eigenen Neigung nach ruhig weiter gegangen bin. Mit einem Worte: ich habe nicht „bei Henle gearbeitet“ (nicht einmal praeparirt), ich habe auch von seinem guten Rathe in meiner eigenen Arbeit wenig profitirt, und dennoch nenne ich mich mit Stolz und Dankbarkeit seinen Schüler aus dem altmodischen Grunde, weil ich „bei ihm gehört“ habe. Auch Waldeyer bezeugt mit

besonderem Nachdruck, wie Henle auf seine „Zuhörer“ gewirkt „und manchen angeregt hat, ihm auf das so meisterhaft beherrschte Gebiet zu eigenen Versuchen zu folgen.“

Henle war mit Leib und Seele Professor und Dociren haben wir von ihm gelernt, lange bevor wir daran gingen oder vielleicht daran dachten es auch zu versuchen; aber es war uns der Eindruck geblieben, wie wir von ihm gelernt hatten, als wir auf der Collegbank des kleinen, runden Theaters vor ihm sassen. Was man nun davon lernen kann, das sind freilich nicht die vielfach gerühmten blendenden Eigenschaften des eleganten sichern Vortrags, die es zugleich zu einem ästhetischen Genusse machten, den kleinen, hässlichen Mann mit der einfach steifen Haltung, nur zuweilen sich mit der Hand durch die Haare fahrend, und mit dem lebhaften geistigen Gesichtsausdrucke vor sich stehen zu sehen und sprechen zu hören; das sind Gaben der Natur und darauf kommt so viel nicht an. Sondern das war und ist die Methode der Darstellung, die dem Inhalte, der gelehrt werden soll, die zweckmässige Form giebt, und diese hat Henle für die Anatomie mustergültig festgestellt. Sie war vor ihm nicht da. Das bekannteste Merkmal derselben ist das Zeichnen an die Tafel, welches den Vortrag begleitet, und zwar das völlig freie, schematische Zeichnen. Denn jede fertige oder auch zuvor angefangene Zeichnung ist Nichts. Ohne Zeichnen können wir uns seit Henle den Vortrag der Anatomie kaum noch denken. Ich möchte für ebenso wesentlich das Negative halten, das, was den Vortrag nicht begleitet; ich meine die völlige Trennung der Demonstration von der Beschreibung. Früher hielt man die sofortige Demonstration der Praeparate für das Wesentliche, den Vortrag nur für die erläuternde Umschreibung derselben. Der Rückfall in die Ueberschätzung der Demonstration ist es, wovor wir den Nachwuchs unserer Collegen zu warnen haben, wenn der Fortschritt im Unterrichte der Anatomie, den wir Henle verdanken, nicht mit der Zeit wieder verloren gehen soll. Die Demonstration giebt keine bleibenden festen Vorstellungen, schon weil sie unvermeidlich zu schnell vorübergeht. Der Ort zur Fixirung von directen Beobachtungsergebnissen ist nicht das Auditorium (oder wie es früher speciell in der Anatomie hiess, Theatrum), sondern der Praeparirsaal. Aber der Grund, Beschreibung und Demonstration zu trennen, liegt noch tiefer.

Henle stellt selbst in der Einleitung zu seinem Handbuche eine kurze, interessante psychologische Betrachtung darüber an, wie aus der directen sinnlichen Wahrnehmung keine Vorstellungen von der Gestalt der Dinge im Raume gewonnen werden, die im Gedächtnisse festgehalten und aus demselben wieder reproducirt werden können. Das einzige Mittel hierzu ist die Umsetzung anschaulicher Vorstellungen in abstracte Begriffe. Es ist hier nicht der Ort, diese Untersuchung weiter zu führen. Ich finde wohl einmal

eine andere Gelegenheit dazu. Ich führe sie nur an, um zu begründen, dass die blosse Anschauung nicht die Quelle brauchbarer anatomischer Kenntnisse sein kann. Wir erhalten und behalten feste Vorstellungen von der Gestalt und Zusammensetzung des Körpers nur in der Form von definirbaren Begriffen oder Idealfiguren, die schliesslich sogar in Worten ausdrückbar und nur durch Worte so zu beschreiben sind, dass sie sich auch im Gedächtnisse behalten lassen. Sie können den individuellen Bildern der directen Anschauung, namentlich von so mannichfach gebogenen Gestalten, wie sie die Theile des lebenden Körpers haben, immer nur annähernd entsprechen, aber hinreichend annähernd um ein richtiges Abbild der Grundzüge des normalen Körpers zu geben. Henle braucht dafür das sinnreiche Bild, man müsse das Metall der sinnlichen Anschauungen in das Papiergeld der Begriffe umsetzen, um es leichter transportiren zu können; aber das Papier sei nicht des Aufhebens werth, wenn man nicht jeder Zeit wieder Metall dafür einwechseln könne. Selbst das schematische Zeichnen ist nur eine erste unterstützende Wiederveranschaulichung der Fixirung von Formbegriffen in der Beschreibung durch Worte und für die Demonstration bleibt nur die Aufgabe, die Möglichkeit zu erproben, dass sich die so gewonnenen Begriffe sofort auf die Anschauung der Objecte anwenden und ihre Richtigkeit erkennen lassen.

In der Anleitung zu diesem Geschäfte nun, der Bildung und Fixirung abstracter Begriffe von Gestalten in Gestalt von Beschreibungen, die es möglich machen, ein Bild der Gestalten im Kopfe zu behalten, bestand Henle's eminente Virtuosität als Lehrer. Er verstand es wie selten ein Mensch, für jedes Anschauungsbild eine treffende Formulirung, Definition Vergleichung zu finden, wodurch es mit hinreichender Annäherung an die ursprüngliche Anschauung in Worte fassbar wurde, und Hand in Hand damit auch leicht schematisch zu zeichnen. Henle's Zeichnungen im Colleg waren etwas total Verschiedenes von den Abbildungen seines Buches, ebenso reine Verkörperungen von abstracten Begriffen wie jene von unmittelbaren Beobachtungen. „Qui bene distinguit, bene docet." Das war Henle's starke Seite. Die scharfsinnige Definition wirkt auf die Fixirung im Gedächtniss. Auf dieser Wirkung beruht die Anlage zum grossen Gelehrten und die Kunst des grossen Docenten. Bardeleben betont mit Recht, wie die fesselnde Form von Henle's Vortrag, an welcher doch wohl diese Arbeit des die Beschreibung formenden Scharfsinns das Wesentliche war, auch weniger interessante Kapitel ansprechend gestaltete, und Flemming betont ebenso richtig besonders das Bestreben, welches er hatte, überall, auch wo er rein descriptiv war, „nicht nur den Dingen neue, ungewöhnliche Seiten abzugewinnen, sondern auch der Schilderung des Bekannten irgend eine andere Form zu geben, als sie vordem üblich war", und findet hierin den

besonderen Reiz seiner Schriften, und dies galt um so mehr noch von seinen Vorträgen. Ich kann dem nur das Zeugniss meiner eigenen Erfahrung zufügen. Ich hatte bereits Anatomie fleissig gehört, auch praeparirt, als ich nach Göttingen kam und hatte auch bereits die Erfahrung, wie schnell sich Alles, was man da gelernt hat (oder gelernt zu haben glaubt), wieder vergisst. Was ich bei Henle gehört und gelernt habe, das habe ich nie wieder vergessen, und wenn ich heute in meinem Vortrage an etwas komme, für das ich mich nie selbständig interessirt und mir also eigene neue Bilder davon gemacht habe, so reproducire ich einfach das, was ich von dort behalten habe. Freilich hat mir auch einer seiner unglücklichsten Einfälle, das Pantoffelschema der Beschreibung des Gehirns lange nachgehängt. Ich habe es förmlich erst abstreifen müssen, um mir statt dessen ein anderes zurecht zu machen.

So kommt es wohl am Ende darauf hinaus, dass Henle nur ein guter Schulmeister des A B C der Anatomie und für Andere ein Vorbild eines solchen gewesen sein soll? Darauf antworte ich: 1. dass das auch etwas Grosses ist, 2. aber, dass diese einfache Tugend doch nun wieder indirect auch sehr befruchtend auf die Methode der Forschung zurückwirkt, bei dem selbst, der sie übt, und durch ihn bei Anderen. Der Gedanke an die täglich zu übende klare Darstellung aller alten und neuen Resultate der wissenschaftlichen Forschung schärft eben auch in der eigenen den Blick von vornherein für die Klarheit der Fragestellung und der Schlüsse aus den Beobachtungen und macht es dem, der daran gewöhnt ist, unmöglich sich bloss beschaulich der Anschauung hinzugeben und unbemerkt Bilder der Anschauung mit erdachten Gebilden der Phantasie zu mischen. Das nennt man: „docendo discimus", oder zu deutsch: den Segen der deutschen Universitäten, dass wir nicht umsonst täglich den Beruf erfüllen, der Jugend das vorzutragen, was sie braucht, sondern dass uns dies stets auch spornt, zu der Freude am redlichen Gewinn der eigenen gewissenhaften Forschung, dass wir dann einen Hieb von dieser auch wieder in unsere täglichen Vorträge mit hineinbringen und auf die empfänglichen Gemüther der kommenden Generation übertragen, und dass dieser dann bei dem einen oder anderen wieder durchschlägt und auch den übrigen ein Stück Gefühl von eigener Erfassung des Erlernten verleiht. Das ist es, was Henle selbst heiter scherzend von sich bezeugt, wenn er an seinen Freund Pfeuffer von Göttingen schreibt, er halte jetzt auch Vorlesungen über topographische Anatomie (die freilich wohl nie seine Glanzleistung geworden sind) und sei deshalb „auf dem besten Wege, ein ganz grober Anatom zu werden". Das heisst freilich in erster Linie nur, was Jeder besonders am Anfang der akademischen Laufbahn erlebt, dass man durch die Nöthigung des Docirens die Lücken ausfüllt, die man im Eifer der Detailforschung des

strebsamen Anfängers in der umfassenden Kenntnis seines Lehrfaches noch vorfindet;[1] aber es heisst mehr. Es heisst, dass wir durch die Strenge und Praecision dessen, was wir nur darstellen, den Impuls erhalten und zum Vertrauen in den Erfolg des Strebens nach eigener Förderung der Wissenschaft erzogen werden und uns selbst und Andere weiter erziehen, und dass bei uns die Schulmeister, trotz der Opfer an Zeit und Kraft, welche die gewissenhafte Erfüllung ihres Berufes von ihnen fordert, doch auch in der Forschung mehr leisten als die reinen „Priester der Wissenschaft".

So ist auch Henle als geborener grosser Lehrer der Wissenschaft zugleich der grosse Gelehrte, der scharfe Kritiker und umfassende Systematiker geworden und gewesen. So ist namentlich sein grosses letztes Hauptwerk, das Handbuch der systematischen Anatomie, mit seiner Sammlung und Sichtung eines ungeheuren Wissensstoffes zwar seinem Inhalt und Wesen nach etwas total Verschiedenes von seinen Vorlesungen mit ihrer einfach sicheren Darstellung eines grossen Wissensgebietes, aber doch ist jenes aus diesem hervorgewachsen und geworden. Und so hat er auch rein durch seine Vorlesungen auf die unter seinen Zuhörern, die nachher selbst in die eigentlich wissenschaftliche Berufslaufbahn eingetreten sind, doch noch anders, wenn auch in demselben Sinne, anregend und schulend eingewirkt, ihnen, auch den weniger gleich angelegten, einen Zug kritisch strenger Methode beigebracht, an ihnen mit einem Worte und im besten Sinne des Wortes „Schule gemacht", wie an der ganzen gleichzeitigen Generation durch seine Schriften. Das wollen wir ihm persönlich zeitlebens, das soll ihm die Geschichte der Wissenschaft auch künftig danken.

Zuletzt muss ich doch auch mit ein paar Worten noch auf die populären „Anthropologischen Vorträge" Henle's kommen, die hauptsächlich aus der flotten, bewegten Heidelberger Zeit, seiner ersten Berühmtheit als Lehrer stammen. Zu der Berühmtheit, die er in weiten Kreisen durch seine glänzende Gabe als Redner erlangt hat, haben sie gewiss ganz besonders beigetragen, zumal auch dadurch, dass bekannte Grössen auf anderen Gebieten, wie Gottfried Keller, von ihnen hingerissen worden sind. Sein glänzender Stil, sein sprudelnder Witz, seine überzeugende Darstellung der Gedanken entfalten sich hier zur vollen leuchtenden rhetorischen Wirkung. Auch inhaltlich haben sie ihren Autor in seiner Eigenthümlichkeit noch besonders glänzend ins Licht stellen helfen. Seine kritische Ader, sein weiter Blick, seine überraschend packende Combinationsgabe sind hier so recht in ihrem Esse; aber auch der übermüthigen Laune, die von der kritischen Zersetzung des unbewiesenen Hergebrachten zur kecken Aufstellung des noch viel

[1] Ich habe so erst noch mit mehr als 40 Jahren hier in Tübingen meine eigene Ausbildung in der Entwicklungsgeschichte nachgeholt, indem ich sie vorgetragen habe.

Unwahrscheinlicheren überspringt, lässt er hier die Zügel schiessen. Famos sind die schlechten Witze über die Allwissenheit der Jünger Darwin's und Häckel's, „de rebus omnibus et quibusdam aliis", wie z. B. die Geschichte von den rothen und blauen Löwen, die elend verhungern und also aussterben mussten, weil die Antilopen ihre Farbe zu leicht von dem gelben Wüstensand abstechen sahen, und deren Gedächtniss sich nur noch in Wirthshausschildern erhalten zu haben scheint. Uebersteigert sind seine allzu spitzfindigen Zergliederungen der Willensthätigkeit, die am Ende darauf hinauslaufen, die einfachsten Phaenomene des Willens selbst zu leugnen.[1] Am bedeutendsten sind wohl die Betrachtungen über die Natur des Seufzers mit ihrer Beschreibung des Ineinanderwirkens von halb unbewussten Bewegungen und Empfindungen beim Gefühl und Ausdruck von Stimmungen.

Ich komme zum Schlusse. Ich habe meinen Helden nicht vergöttert und mich nicht beflissen, „alle edeln Qualitäten", die einen grossen Naturforscher machen können, „auf seinen Ehrenscheitel zu häufen". Ich habe ihn menschlich genommen als einen eigenartig bedeutenden Menschen, dem manche Eigenschaften abgingen, die manchen anderen, ja die Mehrzahl bedeutender Männer auf demselben Gebiete auszeichnen, der aber durch grosse Gaben eigener Art der Wissenschaft eigenthümlich grosse Dienste geleistet, zu ihrer Förderung in hervorragender Weise gewirkt hat. Wenn man freilich Praedicate wie „schöpferisch, umgestaltend, epochemachend" nur wie Censuren im Examen anwenden will, so wäre es unbillig, einem Manne wie Henle die Nummer „I a.", wie man hier bei uns im Lande Schwaben sagt, zu verweigern. Wenn man aber mit den Worten einen bestimmten Sinn verbindet, so kann man sich auch klar machen, dass es noch andere bedeutende Eigenschaften giebt, durch deren Bethätigung ein Mann in der Wissenschaft Grosses leisten, eine ausgezeichnete Rolle spielen kann. „Ordnung halten" in der Wissenschaft, so bezeichnet auch die Adresse der Kieler Facultät zu Henle's Jubiläum sein Hauptverdienst um die Fortschritte der Anatomie seiner Zeit. Das ist es, worin auch ich seine wahre Grösse gefunden habe. Durch strenge Disciplin der Methode ist Henle der grosse Lehrmeister unserer Wissenschaft in einer Zeit gewesen, in welcher der Strom neuer Entdeckungen mit Hülfe des Mikroskopes und neuer Ideen auf dem ganzen Gebiete der Biologie dieselbe mit der ungeordneten Fülle neuer Anschauungen zu überfluthen drohte, und er hat die Frucht derselben speciell für unser Fach schnell und sicher unter das schützende Dach eines wohlgeordneten Lehrgebäudes gebracht. Er hat zugleich der Kunst des

[1] Vgl. meine Abhandlung über willkürliche und unwillkürliche Bewegungen. *Deutsche Rundschau*, April 1891. S. 47.

Unterrichts in unserer Wissenschaft durch die Ausbildung auch ihrer Methode einen Ersatz dafür gegeben, dass die Lebendigkeit desselben bei der Abwendung des gleichzeitigen Eifers der Forschung von ihrem Hauptstoffe, der groben Anatomie, zu verkümmern in Gefahr war. Das sind aber in ihrer Art ebenso gut grosse eigenartige Verdienste um die Wissenschaft wie die Aufstellung und Begründung überraschend neuer Ansichten, wenn auch letztere mehr imponiren und vielleicht auch ihren Urhebern selbst eine grössere Befriedigung gewähren.

Damit wäre mein Thema eigentlich erschöpft, da es nicht in meiner Absicht lag, ein vollständiges Bild aller einzelnen Leistungen Henle's zu geben, und da ich mich auch nicht berufen fühlen kann, auf eine weitere Würdigung seines Lebens und Charakters ausführlich einzugehen, um so weniger, da ich nicht die Ehre gehabt habe, in nähere persönliche Beziehungen zu ihm zu treten. Aber soviel ist doch am Ende jeder namhafte Schüler mit dem Meister auch gleichsam verwandt, dass er das Bedürfniss fühlen kann, auch zu anderen Seiten seines öffentlichen Auftretens als zur reinen Thätigkeit im Berufe ein wenig Stellung zu nehmen, und so kann ich es mir auch nicht versagen, anhangsweise einige Glossen zu Merkel's Schilderung seines Lebenslaufes, die ja im Ganzen für mich nach dieser Seite nur Quelle ist, hier anzuknüpfen.

Zuerst ad vocem „Buschenschaft". Wir erfahren da wieder einmal mit Staunen, wie die Demagogenriecherei und die Hochverrathsprocesse gegen die unschuldige patriotische Begeisterung der Studenten noch in der Mitte der dreissiger Jahre, also mehr als anderthalb Jahrzehnte in Blüthe gestanden hat und wie auch unser Henle, der in keiner Weise besonders gravirt war, noch als Docent vier Wochen in die Hausvogtei gesteckt und zu sechs Jahren Festung mit obligater Kassation verurtheilt, freilich dann auch sofort vollständig begnadigt worden ist. Wir hören daneben mit Befriedigung, dass die Sache für Henle nicht eben tragisch wurde, weil die gute Gesellschaft in Berlin hinter dem jungen hoffnungsvollen Gelehrten stand und dafür sorgte, dass er mit einem blauen Auge davon kam, während mancher Andere schwer zu leiden hatte, oder gar zu Grunde ging. Wir finden es ergötzlich, wenn Alexander v. Humboldt sich für den jugendlichen Hochverräther beim Könige verwendet und hernach, sowie er aus der Haft entlassen ist, bei ihm vorfährt um ihm zu gratuliren, ja wenn sich am Ende gar der berühmte und berüchtigte Kamptz gemüssigt findet, ihn ostensibel unter den Linden gönnerhaft anzubiedern, nachdem man ihn lange genug gequält hat. Diese Sorte Leute hatte damals nachgerade in der Achtung der anständigen Leute vollends abgewirthschaftet. Uebrigens aber scheint mir doch Merkel nicht nur die Burschenschaft, sondern auch unseren Helden etwas gar zu cavalièrement zu behandeln, wenn er wieder-

holt betont, die ganze Sache sei im Grunde nichts gewesen, als dass der Staatsverbrecher „von den Verbindungsgenossen seine Cigarren und seinen Tabak hatte rauchen, seinen Schinken und Wurst hatte verspeisen lassen.“ Die Glanzzeit der Begeisterung in der alten Burschenschaft war freilich damals längst vorbei; aber etwas ernster hat doch wohl der junge Henle selbst die Sache auch noch angesehen, als es sein Herr Schwiegersohn hier darstellt. Er bezeichnet seine Theilnahme an der Burschenschaft wohl seinen Eltern gegenüber im Katzenjammer nach den fatalen Folgen als „dummen Streich“ und fügt entschuldigend hinzu: „hätte mich Ehrgeiz nicht getrieben eine Rolle unter den Studenten zu spielen, so hätte er mich auch zu manchen anderen Anstrengungen nicht befähigt, deren Früchte mir heilsam geworden sind.“ Aber seine Ideale hat er damit gewiss nicht verleugnen wollen. Es giebt ja heute kein Monopol der Begeisterung für das deutsche Vaterland und seine Einheit mehr, am Wenigsten unter Studenten; aber daran darf ich mir doch als alter Burschenschaftler dem Herrn Collegen Merkel als alten Corpsburschen gegenüber erlauben zu erinnern, dass wir es doch mehr als ein Menschenalter hindurch gewesen sind, die unter allerlei Anfechtungen den Gedanken der deutschen Einheit gepflegt und verbreitet haben, während die wohlgelitteneren Kreise der akademischen Jugend sich dessen wohl gehütet haben. Kein Geringerer als Bismarck hat dies offen anerkannt, indem er es (wie „Büschchen“ berichtet) als eine Art Widerspruch bezeichnet hat, dass er schon als Student den Gedanken der Einigung Deutschlands im Auge hatte, während er doch zu den Gegnern der Kreise unter den Studenten gehörte, die ihn damals hoch hielten.

Doch zurück zu Henle. So ganz ohne Folgen war die Sache doch auch für ihn nicht abgegangen. Denn, ohne auf den Verlauf seiner ersten vergeblichen Berufungsaussichten im Einzelnen einzugehen, kann man am Ende wohl sagen: es hat doch für ihn, wie für Andere, die Bedeutung einer Art von politischer Verbannung gehabt, dass er sich seine Sporen als selbstständiger akademischer Lehrer in der Schweiz hat verdienen müssen. Als er dann aber durch die Berufung nach Heidelberg in den vierziger Jahren nach Deutschland zurückgekehrt war, trat er gleich voll und ganz in den bewegten Fluss der Politik ein und das war doch wohl auch wieder die einfache Consequenz seiner burschenschaftlichen Antecedentien. In welchem Sinne er es aber that, dass wissen wir, wenn wir hören, dass im Jahre 1848 Dahlmann, Gervinus, Schlosser, Häusser, Jolly, Pfeuffer, an seinem Krankenbette sich versammelten um das Wohl des Vaterlandes zu berathen. Er selbst wurde, wie Merkel berichtet, nur durch seine Krankheit und Trauer um den Tod seiner Frau abgehalten als Canditat für das Parlament in Frankfurt aufzutreten und wäre sonst, populär wie er war, wohl gewählt worden. Also er stand mitten in dem Heidelberger

Kreise von Männern, welche damals vor allem die treibende Seele der lebhaften deutschen Einheitsbestrebung waren (der nachmaligen Gothaer), oder, was dasselbe ist, er würde wenn er mit nach Frankfurt gekommen wäre, ohne Zweifel ein nicht ganz unbedeutendes Mitglied der Partei geworden sein, welche dort das Programm der deutschen Einheit mit preussischer Spitze vertrat und durchsetzte, das doch am Ende dort fertig aufgestellt und angenommen, aber nur nicht auch durchgesetzt wurde.

Später freilich als fertiger Göttinger Hofrath und Vertreter seines Faches in stiller Arbeits- und Reactionszeit scheint sich Henle diesen Interessen mehr entfremdet zu haben und noch später ist er ja dann bekanntlich in ein ganz anderes Fahrwasser gekommen. Für den gemeinen Menschenverstand bleibt es freilich schier unbegreiflich, wie der alte liberale preussische Rheinländer und Burschenschaftler, der Mann der preussisch-deutschen Kaiserpartei von 1848, auf seine alten Tage gegenüber dem unter preussischer Führung zur Einheit und neuen Grösse sichtbar erstandenem Deutschen Reiche unter die missvergnügten Anhänger der weiland welfisch-hannöverschen Legitimität gegangen ist. Wir werden es eher verstehen, wenn wir an die formale Aehnlichkeit dieser Paradoxie mit so mancher anderen denken, die uns in seinem wissenschaftlichen Leben entgegengetreten ist. Ein Mann, der sich mit Bewusstsein Jahre lang eifrig gegen die Anerkennung von Ansichten gewehrt hat, von denen er überzeugt war, dass ihnen am Ende die Zukunft gehörte, die er aber nicht anerkennen wollte, bevor sie vollkommen bewiesen waren, konnte sich am Ende auch aus, Gott weiss welchen, scharfsinnigen Gründen gedrungen finden, dem Laufe der Geschichte seines Vaterlandes seine Anerkennung zu verweigern, obgleich sie doch zur Verwirklichung des Traumes seiner Jugend geführt hatte.

Was uns nun aber wieder näher angeht und doch auch so eine Art Widerspruch in seinem Leben darstellt, das ist, dass der einst so aufstrebende junge Schüler und Gehülfe von Johannes Müller in Berlin sich am Ende, als die Gelegenheit an ihn herantrat, nicht hat entschliessen können, dessen Nachfolger dort zu werden. Die Versionen sind verschieden, was ihn dazu bestimmt haben soll. Zuletzt scheint doch das Entscheidende gewesen zu sein, dass er sich nicht entschliessen konnte neben seinem Gegner Virchow dort die zweite Rolle zu spielen und sich nicht getraute, demselben bei seiner Popularität den Rang abzulaufen. Er hatte das glückliche Temperament sich über diesen etwas bescheidenen Ausgang seiner einst dort mit so glänzenden Ansprüchen eingeleiteten Laufbahn zu beruhigen, indem er sich und Anderen einredete, dies Stillleben und diese Vornehmthuerei der hochgelehrten, aber kleinstädtisch abgeschlossenen alten Georgia Augusta sei seinen Neigungen ganz besonders entsprechend, so sehr

er sich gelegentlich selbst darüber lustig machte. Er hatte sich eben daran gewöhnt und machte gute Miene zum bösen Spiele. Wir aber müssen doch sehr bedauern, dass es so gekommen ist. Denn es wäre doch etwas ganz anderes gewesen, wenn Henle (statt Reichert —) noch ein Vierteljahrhundert als Johannes Müller's Nachfolger die Anatomie an der ersten deutschen Universität zu vertreten gehabt hätte, wenn er in die Lage gekommen wäre, von so hervorragender Stelle aus seine Beherrschung der vereinigten alten groben systematischen und der neuen mikroskopischen Anatomie mit seiner eminenten Lehrgabe zu repraesentiren.

Zum Schlusse ein Wort über die Episode in Henle's Privatleben, welche das grösste allgemein menschliche Interesse in Anspruch nimmt und noch kürzlich wieder Veranlassung zu einer Zeitungscontroverse darüber gegeben hat, ob und inwieweit es richtig ist, dass sein Freund und Stammesgenosse Auerbach sie in seinen Schriften verwerthet, oder, wie Henle selbst es bitter verstimmt genannt hat (bei Merkel S. 242) sich aus seinem „menschlichen Leiden ein Profitchen herausgeschlagen" hat. Ich meine seine erste Verheirathung mit einer sogenannten „ungebildeten Person", d. h. einem gewesenen Dienstmädchen. Mit Vergnügen lesen wir diese interessante Novelle bei Merkel als authentische „wahre Geschichte". Seine Meinung kann sich jeder Andere selbst dazu machen.

Es ist natürlich, dass der verständige Schwiegersohn und Nachfolger des Göttinger Hofrathes etwas anders über so eine Geschichte denkt, als es der junge freisinnige Professor in Zürich zur Zeit der Handlung wohl selbst gethan hat. Er wirft in der Epikrise des traurigen Endes der Geschichte, des frühen Todes der jungen Frau, die Frage auf und lässt die Antwort offen, ob sie wohl ihren Mann, „dauernd befriedigt haben würde, wenn sie am Leben geblieben wäre", und er bezieht sich mit diesem Zweifel darauf zurück, wie sie es selbst lebhaft gefühlt haben soll, „dass sie noch nicht voll auf der Höhe ihres Mannes stand", und wie sie, wenn „sich einmal in ihrer Gegenwart ein kleines Wortgefecht abspielte, welches mit allen Waffen des Geistes, Witzes und der Belesenheit geführt wurde, dann still geworden und ärgerlich gewesen sei, dass sie demselben nicht völlig folgen konnte". Was soll das heissen: eine Frau jedem Streit von Professoren völlig zu folgen? Den Blaustrumpf möchte ich sehen, der das kann, und wenn es die Tochter des geheimsten Geheimrathes wäre; aber um Gottes willen möchte ich ihn nicht zur Frau haben. Der junge Henle, der auch die Welt schon kannte, ehe er seine Elise kennen lernte, und manche Liebelei mit feinen Damen von Welt hinter sich hatte, mag sich wohl in seiner romantischen Neigung von vorn herein etwas komisch vorgekommen sein, und so kommt es, dass er sich darüber scherzhaft auslässt und berichtet: „so passirte mir das Lächerlichste, was einem Cavalier von

Welt begegnen kann: ich interessirte mich nicht nur für die Schönheit, sondern auch für die Seele des Mädchens"; aber zugleich spricht sich doch darin offenbar das ernstliche Gefühl souveräner Ueberlegenheit über das Vorurtheil der guten Gesellschaft gegen so einen „lächerlichen" Einfall aus. So zeigte er sich also auch hier als der freie Mann der unabhängigen Ueberzeugung und setzte seinen Willen durch, und so sind wir unbesorgt um das, was daraus in Zukunft und unter allen Umständen hätte werden und folgen können, und gönnen es ihm und seiner Geliebten von Herzen, wenn sie mit ihm vereinigt ist und er mit ihr im Triumph durch die Welt und in seine Kreise einzieht.

Aber dann stimme ich wieder ganz mit Merkel überein, wenn er in Bezug auf die lange, zwar nicht verlorene, aber doch lange vergebliche Liebesmühe, die Henle sich und seiner Elise auferlegt hat, ehe sie endlich ihr Ziel erreichten, die Frage aufwirft, ob sie sich das nicht hätten sparen können, und es als das Natürliche bezeichnet, wenn er, sobald er einmal entschlossen war, den Knoten des Widerspruches gegen das Herkommen einfach durchhauen und die Geliebte kurzer Hand heimgeführt hätte. Statt dessen war nun der grosse Kritiker auch hier im Leben wieder unpraktisch klug gewesen. Er hatte das Mädchen, die ihr ganzes volles Herz standhaft an ihn gehängt hatte, nun erst heimlich zur Ausbildung in eine Pension und dann zur Prüfung in die Obhut seiner feingebildeten Schwester gegeben und ihr damit ein hartes Fegefeuer auferlegt, durch das sie sich den Himmel der Vereinigung mit ihm erst verdienen musste, und so sehr wir uns dann mit ihr freuen, wenn sie zur Seligkeit eingeht, so beschleicht uns doch auch die wehmütige Frage, ob das kurze Glück, das ihr noch beschieden war, das Opfer dieser langen Prüfung werth war. Aber Goethe giebt uns die Antwort mit der Gegenfrage:

„Wer sich der Liebe vertraut, hält er sein Leben zu Rath?"

Der junge Held scheint übrigens selbst an diesem langen Hangen und Bangen nicht allzuschwer getragen zu haben, da gerade sein erstes flottes Einleben in einen bewegten Verkehr mit Seinesgleichen in Heidelberg damit zusammenfällt. Er bewährte eben auch hier die glückliche Gabe, auch das Zarteste nicht allzu empfindlich aufzufassen, sobald er sich sagen konnte, dass er nach bestem Wissen und Prüfen den richtigen Weg gewählt hatte.

Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn.

Von

Hans Held.

(Hierzu Tafel I u. II.)

(Aus dem anatomischen Institut zu Leipzig.)

Seitdem durch die Forschungen von Ramon y Cajal und Kölliker mittelst der Osmiumsilbermethode Golgi's ganz neue Aufschlüsse über das Verhalten bez. die Endigungsweise der hinteren Wurzeln in der grauen Rückenmarkssubstanz erbracht waren, welche eine Theilung derselben in einen auf- und absteigenden Art und ein freies Enden der eintretenden Wurzelfasern in Form vieler Theilästschen (Endbäumchen, Endramificationen) zeigten, lag die Annahme nahe, dass ein gleiches auch für die sensiblen Gehirnnerven gelten müsse. Da durch die Untersuchungen von His nachgewiesen war, dass wie die Spinalganglien für die hinteren Wurzeln, so die Kopfganglien für die sensiblen Gehirnnerven als Ursprungsstätten, sowohl der in die Peripherie wachsenden, wie der in das Centralnervensystem eindringenden Axencylinderstämme aufzufassen seien, so musste gefolgert werden, dass auch die einzelnen dieser in Betracht kommenden Gehirnnerven in gewissen grauen Massen des Hirnstammes, ihren Endkernen sich in Endramificationen auflösen, dass sie ferner Theilungen bei ihrem Eintritt zeigen würden und dass die sogenannten aufsteigenden Wurzeln nähere Beziehungen zu diesen Theilstellen haben müssten.

Nachstehend mitzutheilende Untersuchungen, welche im Sommer 1891 im anatomischen Institut zu Leipzig ausgeführt worden sind, sollen diese Verhältnisse klarlegen und jenen noch ausstehenden Nachweis bringen. Für die Anregung zu diesen Untersuchungen, sowie für gütige Unterstützung bei denselben, sage ich hier Herrn Professor His, meinem hochverehrten Chef, meinen besten Dank.

Das benutzte Material besteht aus menschlichen Foeten (32 und 35 cm lang), aus jungen (bis 4 Tage alten) Katzen und aus 10 bis 15 Tage alten Hühnchenembryonen; die Resultate sind durch Anwendung der Golgi'-schen Schwarzfärbung (Schnellfärbemethode) bei Beobachtung der Vorschriften von Ramon y Cajal und Kölliker gewonnen worden.

---

1. Sensible Vagus-Glossopharyngeus Wurzel (Fig. 1 bis 3).

Als Endkern derselben ist die Ala cinerea bez. die noch ventral vom Tractus solitarius gelegene graue Masse anzusehen; hier finden sich zahlreiche feine Endverzweigungen, die durch wiederholte zahlreiche dichotomische Theilungen der eintretenden Wurzelfasern (Axencylinder) dieser Nerven entstanden sind. Dem absteigenden Ast der hinteren Rückenmarkswurzeln gleichbedeutend ist der Tractus solitarius. Man sieht in Fig. 1, wie die eintretenden Wurzelfasern theilweise sich in zwei Aeste theilen, davon einer in die Ala cinerea zieht, während der andere in den Tractus solitarius übergeht. Es hat den Anschein, als ob nicht alle Wurzelfasern diese Theilung eingingen, da man einzelne direct (ungetheilt) in den Tractus solitarius übergehen sieht; ein gleiches Verhalten ist auch bei der sensiblen Trigeminuswurzel wiederzufinden. Vielleicht muss dies Verhalten aus einer unvollständigen Tinction hergeleitet werden, in Folge derer nur der eine Ast sich gefärbt hat, während der andere von der chemischen Reaction unbeeinflusst geblieben ist.

Von dem absteigenden Ast der sensiblen Glossopharyngeus- und Vaguswurzel, dem Tractus solitarius, gehen nun in seiner ganzen Längsausdehnung in derselben Weise, wie es bei den hinteren Rückenmarkswurzeln zu finden ist, rechtwinkelig zahlreiche Seitenästchen (Collateralen) ab, welche sich in der ihm anliegenden grauen Masse, der Ala cinerea, ausbreiten und dieselbe mit zahlreichen dichten Endverzweigungen anfüllen (Fig. 2, 3). Diese Collateralen ziehen zum Theil bis in das centrale Höhlengrau hinein, auch hier in Endbäumchen endigend.

2. Nervus cochlearis.

Die in den vorderen Acusticuskern eintretenden Wurzelfasern gehen hier zahlreiche dichotomische Theilungen ein (Fig. 4); diese Theiläste wiederum geben neue Äste ab, sodass durch wiederholte Ramification ein dichtes Flechtwerk von Axencylinderverzweigungen entsteht, welches bald mehr circumscript bald mehr diffus zwischen den hier angehäuften Gang-

lienzellen liegt. Einzelne dieser Endramificationen (Fig. 4a) bieten ein ähnliches Bild wie die Axencylinderausbreitungen in einer motorischen Endplatte. Ob nun die Wurzelfasern des Hörnerven mit ihren Verzweigungen im vorderen Acusticuskern bez. im Tuberculum acusticum ihr Ende finden, sodass man nur diese grauen Massen als Endkern dieses Hirnnerven bezeichnen dürfte, muss vorläufig unentschieden bleiben. Es hat jedoch den Anschein — eine Annahme die sich wesentlich auf die Vergleichung der Silberbilder mit Weigertpräparaten stützt — als ob die centralen Fortsetzungen aus diesen Kernen wenigstens theilweise noch directe Wurzelfasern enthielten, sodass noch weitere graue Massen (obere Olive, Schleifenkern, unterer Vierhügel) als primäre Endigungsbezirke des Hörnerven aufzufassen wären. Andererseits gehen unzweifelhaft jene Bahnen aus den Axencylinderfortsätzen der im vorderen Acusticuskern liegenden grossen Ganglienzellen hervor; diese biegen theils in die dorsalen, theils in die ventralen Systeme (Corpus trapezoideum) um, sodass wir also in diesen Bahnen bez. ihres Ursprungs noch verschiedenartige Axencylinder zu unterscheiden hätten. Bei späteren Untersuchungen wird dies Verhältniss eingehender berücksichtigt werden, weil es insofern wichtig zu sein scheint, als das Auswachsen secundärer Bahnen in einer bestimmten Leitungsrichtung dadurch erklärt werden kann.

Eine eigenthümliche protoplasmatische Endausbreitung zeigen die Ganglienzellen im vorderen Acusticuskern (Fig. 5a); die büschelförmige Verzweigung der einzelnen Protoplasmafortsätze hat viel Aehnlichkeit mit derjenigen der grossen Zellen in dem Bulbus olfactorius, sodass hier vielleicht gleiche physiologische Wechselwirkungen bestehen, wie sie von Kölliker für die centrale Leitung von Geruchsempfindungen aus dem histologischen Verhalten der Protoplasmafortsätze jener Zellen zu den Endverzweigungen des Nervus olfactorius in den Glomeruli abgeleitet worden sind. Kölliker's Ansicht über die nervöse Natur jener Protoplasmafortsätze kann ich mich übrigens nach eigenen gelungenen Präparaten von Katze, Frosch, Maus anschliessen.

Die centralen Bahnen des Hörnerven endigen mit zahlreichen Endbüscheln in der gleichseitigen und in der gekreuzten oberen Olive; theilweise auch ziehen diese Axencylinderzüge im Corpus trapezoideum an jenen grauen Massen in der Weise vorbei, dass sie Theiläste (Collateralen) an dieselben abgeben (Fig. 6), um dann als gekreuzte Schleifenfasern weiter centralwärts zu verlaufen. Diese Schleifenfasern wiederum schicken in dem ganzen Verlauf der unteren Schleife zahlreiche Collateralen (Fig. 7) in die grauen Massen, die mehr oder weniger diffus in derselben liegen (lateraler Schleifenkern); sie endigen schliesslich mit Endramificationen (Fig. 8) in dem unteren Vierhügelganglion.

Von diesem typischen Verhalten in den centralen Bahnen des Nervus cochlearis, welches durch das Auswachsen und Vordringen der Axencylinderfortsätze der Ganglienzellen des vorderen Acusticuskerns centralwärts verursacht sein wird, weichen die Striae acusticae wenigstens theilweise ab; diese secundäre Bahn des Hörnerven, welche das Tuberculum acusticum mit dem gekreuzten unteren Vierhügel verbindet, kann nicht ausschliesslich Axencylinderfortsätze der Zellen (Schicht der grossen Pyramidenzellen) des Tuberculum enthalten. Denn da hier Striaefasern (Fig. 9) mit Endbäumchen endigen, die sehr an die Faserkörbe um den Zellleib der Purkinje'schen Zellen erinnern — überhaupt gleicht ja der ganze histologische Aufbau des Tuberculum der Kleinhirnrinde — so muss es sich hier um einen Axencylinderzug handeln, der aus centralwärts gelegenen grauen Massen entsprungen und von dort heruntergewachsen ist.

Das Schicksal der Axencylinder der Ganglienzellen in der oberen Olive, im lateralen Schleifenkern, im unteren Vierhügelganglion, konnte nicht allseitig festgestellt werden. Was den sogenannten „Stiel der oberen Olive" anbetrifft, welcher diese mit dem Abducenskern verbindet, so führt derselbe Axencylinderfortsätze, welche von den dem eigentlichen Olivengrau anliegenden Zellen entspringen (Fig. 10). Ob fernerhin Fasern der unteren Schleife aus Axencylindern von Zellen der oberen Oliven hervorgehen, ob die Beziehungen letzterer zum Facialiskern und zur Formatio reticularis auf einen gleichen entwicklungsgeschichtlichen Vorgang zurückzuführen sind, muss vorläufig unentschieden bleiben.

Eins ist noch hervorzuheben, dass nämlich aus den Axencylinderfortsätzen der Zellen des Trapezkerns Trapezfasern werden (Fig. 11), welche in den vorderen Acusticuskern zu gelangen scheinen — hier sind demgemäss Endramificationen zu beobachten, welche nicht aus jenen sich theilenden Wurzelfasern des Hörnerven hervorgegangen sind — sodass wir auch in der centralen ventralen Bahn aus dem vorderen Acusticuskern eine jenem Faserzug der Striae ähnliche Portio unterscheiden müssen, welche von oben her in diesen vorderen Kern hineingewachsen ist.

Die Axencylinderfortsätze der Zellen des lateralen Schleifenkerns legen sich zum grossen Theil den Schleifenfasern an; sie schlagen hierbei theils die Richtung zum Vierhügel ein, theils werden sie absteigend zur oberen Olive hin. Ob in der Bahn, welche von der unteren Schleife zum Bindearm sich abzweigt, Axencylinderfortsätze von Schleifenkernzellen enthalten sind, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden; ein Theil derselben geht jedenfalls aus umbiegenden Schleifenfasern hervor, ein anderer aus rechtwinkelig von diesen sich abzweigenden Seitenästchen.

3. Nervus vestibularis.

Analog den eintretenden hinteren Rückenmarkswurzeln theilen sich die Axencylinder des Nervus vestibularis dorsalwärts vom Corpus restiforme in zwei Aeste (Fig. 12 *b*), deren einer medullarwärts absteigt, die „aufsteigende Wurzel von Roller“ bildend, während der zweite Theilast in das den Boden und die Seitenwand des vierten Ventrikels umgebende Grau einstrahlt, wiederholt sich in immer feiner werdende Zweige und Aestchen zerspaltend. Diese Endverzweigungen finden sich nun ausser in dem „hinteren Acusticuskern“ und in dem „Vestibularishauptkern“ auch in dem Deiters'schen Kern zwischen dessen grossen multipolaren Ganglienzellen, deren mächtige Axencylinderfortsätze in den Seitenstrang hinunterziehen. Die Fortpflanzung und Uebertragung jener Reize auf das Rückenmark, welche durch den Nervus vestibularis in das Gehirn eintreten und das Körpergleichgewicht beeinflussen, werden in dieser anatomisch bezeichneten Stelle der Medulla oblongata localisirt werden müssen.

In derselben Weise nun wie beim Solitärbündel gehen von der „aufsteigenden Wurzel Nervi vestibularis“ in dessen gesammten Verlauf zahlreiche Collateralen in das umgebende Grau hinein, um hier mit Endbäumchen zu endigen.

4. Nervus trigeminus.

Die Wurzelfasern der Portio major theilen sich zum Theil (s. oben) in zwei Aeste, von denen der eine in die sogenannte „aufsteigende Trigeminuswurzel“ übergeht, während der andere Ast mit seinen Endverzweigungen in dem sensiblen Trigeminuskern endigt (Fig. 13). Die „aufsteigende Wurzel“, eine ausser aus solchen Theilästchen auch aus direct medullarwärts umbiegenden Wurzelfasern bestehend, giebt in ihrer ganzen Längsausdehnung zahlreiche Collateralen in die vor ihr liegende Substantia gelatinosa ab, welche in zahllose Endramificationen sich spaltend, diese graue Masse dicht durchsetzen und die in ihr liegenden Ganglienzellen umgeben (Fig. 14 und 15). Die Axencylinderfortsätze dieser Zellen schliessen sich theilweise auf- wie absteigenden Bahnen des Vorderseitenstrangs an (Fig. 15), sodass auch hier wieder durch eingeschaltete Ganglienzellen und deren Axencylinderausbreitung periphere Reize in weitere graue Massen fortgeleitet werden, um so complicirtere Wirkungen auszulösen.

Vorstehend beschriebene histologische Details sind zum Theil schon durch jene vorläufige Mittheilung Kölliker's[1] bekannt geworden; sie wurden unabhängig und bereits vor jener erfolgten Publication gefunden. Aus äusseren Gründen hat sich die Veröffentlichung dieses Aufsatzes bisher verzögert; sie mag somit als eine volle Bestätigung jener von Kölliker gefundenen und kurz besprochenen Verhältnisse angesehen werden. Bestätigen kann ich ausserdem auch seine Angabe über die Endigung der Hinterstränge, die unter Auflösung in Endbäumchen in die Hinterstrangkerne gelangen; die Axencylinderfortsätze der Zellen hier werden wiederum eine centrale Fortleitung der eindringenden Reize vermitteln; so konnte ich in einzelnen Fällen dieselben in Fibrae arcuatae internae übergehen sehen. Aus Mangel an Zeit sind hierüber keine Abbildungen beigegeben worden.

Zum Schluss will ich noch einiges kurz hervorheben, was ausführlicher in einer späteren Arbeit dargelegt werden soll; es betrifft das hintere Längsbündel und den Ursprung der hinteren Commissur des Gehirns. Letztere geht gekreuzt und ungekreuzt aus den Axencylinderfortsätzen von Ganglienzellen hervor, welche im Dach des Mittelhirns theils in derselben, theils dorsal und lateral von ihr liegen (Fig. 16).

Beim hinteren Längsbündel ist das Abzweigen von Collateralen von besonderer Wichtigkeit. Sie ziehen in die Formatio reticularis und in gewisse graue Massen, die an einzelnen Stellen im Verlauf des hinteren Längsbündels selber auftreten, ausserdem gelangen sie in die Kerne des Nervus hypoglossus, abducens, trochlearis und oculomotorius und können so gleichzeitige Innervationen dieser einzelnen Nerven vermitteln.

Leipzig, 6. December 1891.

---

[1] *Anatomischer Anzeiger.*

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. I u. II.)

Die Figg. 1, 5—8, 12 und 15 wurden hergestellt bei Zeiss Apochrom 3,00 mm 0,95, Ap. Oc. 4.

Fig. 1. Vagus. Glossopharyngeus Wurzel. Absteigende Wurzel zum Tractus solitarius.

Fig. 2 u. 3. Tractus solitarius einer 6 Tage alten Katze (Hartnack V. 3).

Fig. 4. N. cochlearis. Eintretende Wurzelfasern in den vorderen Acusticuskern bei einem 35 tägigen menschlichen Foetus.

Fig. 5. Zellen aus dem vorderen Acusticuskern, Theilast einer eintretenden Wurzelfaser des N. cochlearis bei einer 4 Tage alten Katze.

Fig. 6. Collateralen des Corpus trapezoideum zur oberen Olive, bei einem 35 tägigen menschlichen Foetus.

Fig. 7. Schleifenfasern (untere Schleife), Collateralen in die graue Masse der Schleife, Endverzweigungen bei einer 4 Tage alten Katze.

Fig. 8. Unterer Vierhügel, in das Ganglion eintretende Fasern aus der unteren (lateralen) Schleife bei einer 6 Tage alten Katze.

Fig. 9. Striae zum Tuberculum acusticum bei einem 35 tägigen menschl. Foetus.

Fig. 10. Stiel der oberen Olive zum Abducenskern bei einer 6 Tage alten Katze.

Fig. 11. 6 Tage alte Katze. Zelle im Trapezkern; der Axencylinder wird zu einer Faser des Corpus trapezoideum; bei *a* Ursprung einer Collateralen einer Trapezfaser zur oberen Olive (Zeiss BB. Oc. 12).

Fig. 12. 4 Tage alte Katze. N. vestibularis; Theilung in die „aufsteigende Wurzel" und in den Ast zum „hinteren Acusticuskern."

Fig. 13. Sensibler Endkern des N. trigeminus bei einer 6 Tage alten Katze.

Fig. 14 u. 15. 6 Tage alte Katze. Nervenzelle in der Substantia gelatinosa, Collateralen der aufsteigenden Wurzel.

Fig. 16. Commissura posterior cerebri bei einer 4 Tage alten Katze.

Ein Beitrag zu dem Kapitel „Zahnretentionen und Zahnrudimente.“

Von

Ellenberger und Baum.

(Aus der anatomischen Abtheilung der königl. thierärztlichen Hochschule zu Dresden.)

(Hierzu Taf. III.)

Von dem einen der Verfasser (Ellenberger) der nachfolgenden Abhandlung ist im Jahre 1888, im 32. Veterinärbericht für das Königreich Sachsen (Verlag: Schönfeld, Dresden) ein Artikel über das Vorkommen der Dentes canini bei Pferden veröffentlicht worden. In der Schlussbetrachtung dieses Artikels versprach der Verfasser über die Ergebnisse der begonnenen mikroskopischen Untersuchungen der retinirten Hakenzähne zu berichten, sobald die Untersuchungen beendet sein würden. Durch verschiedene Umstände wurde jedoch die Vornahme und Beendigung der mikroskopischen Untersuchungen verzögert. Erst im November 1891 konnte der Abschluss derselben erreicht werden. Die mikroskopischen Untersuchungen, deren Ergebnisse wir im Nachstehenden folgen lassen, erstrecken sich auf 30 Dentes canini von Stuten. Wir halten eine Schilderung der Ergebnisse der Untersuchungen der einzelnen Zähne für nothwendig; eine Schilderung jedes einzelnen Schliffes (resp. jeder einzelnen Scheibe) würde allerdings zu weit führen, obwohl der Specialist sicherlich an jedem Schliff beachtenswerthe Besonderheiten finden würde.

Leider haben wir zu Beginn der Untersuchungen nur einzelne Schliffe von verschiedenen Zähnen untersucht. Die hier auf verwendete Zeit und Arbeit war vergebens, weil sich aus den einzelnen Schliffen keine genügenden Schlüsse ziehen lassen. Wir überzeugten uns bald, dass nur die Untersuchung von Serienschliffen einzelner Zähne einen Ueberblick über den

wahren Bau derselben giebt und dass nur diese es gestattet, Schlüsse aus den Untersuchungsergebnissen zu ziehen. Deshalb wurde jeder zu untersuchende Zahn vermittelst einer dünnen Laubsäge in eine Serie möglichst dünner Scheiben zerlegt, die dann in bekannter Weise geschliffen und polirt wurden.

Einleitend soll, des besseren Verständnisses halber, zu den nachfolgenden Schilderungen der mikroskopischen Befunde Folgendes bemerkt werden. Die untersuchten Zähne waren zum Theil vollkommen retinirt, d. h. allseitig von Knochen eingeschlossen; zum Theil aber hatten sie den Kieferrand ein wenig durchbrochen, oft aber nur so wenig, dass sie von der Schleimhaut noch bedeckt wurden. Diese letzteren Zähne haben wir in unserem Artikel als unvollkommen retinirt bezeichnet. Die untersuchten Zähne bestanden im Innern gewöhnlich aus Dentin. Dieses bildete, abgesehen von den kugeligen Zähnen, einen mehr oder weniger cylindrischen oder kegelförmigen Körper, in dessen Innerem sich oft und zwar meist axial ein grösserer, makroskopischer, in der Axe des Zahnes verlaufender Blutgefässcanal befand. Die Dentinsubstanz war stets von einem Knochenmantel umgeben. Schmelzsubstanz wurde nur an wenigen Zähnen mikroskopisch nachgewiesen; es ist nach dem makroskopischen Befunde aber anzunehmen, dass dieselbe bei den durchgebrochenen Zähnen stets vorhanden war, aber beim Sägen, Schleifen und Poliren absplitterte. Auch bei den vollkommen retinirten Zähnen war oft Schmelz nachweisbar. Derselbe bildete stets nur eine dünne Schicht; auf den untersuchten Schliffen sass der Schmelz scheinbar stets in Form einer Mütze, einer Kappe, dem Dentin auf. Offenbar handelt es sich hier um Schrägschnitte.

Um einen genaueren Anhaltepunkt über die Stärke der einzelnen Zahnsubstanzen geben zu können, haben wir, soweit es angezeigt erschien, sowohl die absoluten als relativen Massverhältnisse der einzelnen Zahnsubstanzen festgestellt. Wir verfuhren dabei in der Weise, dass wir bei der Dentinsubstanz (soweit nicht speciell anders beschrieben) den Gesammtquerdurchmesser feststellten, während wir bei der die Dentinsubstanz mantelförmig umgebenden Cement- (resp. Knochen-) Substanz natürlich nur den durchschnittlichen Querdurchmesser der Mantelwand, nicht den Gesammtquerdurchmesser der Substanz notirt haben. Es ist dies bei Berücksichtigung der gegebenen Zahlen wohl zu beachten. Bei der Dentinsubstanz mussten wir den Gesammtquerdurchmesser nehmen, weil in vielen Fällen eine axiale Zahnhöhle ganz fehlte oder doch aus später zu erörternden Gründen mehr oder weniger zur Seite lag u. s. w. Bei vollkommen durchgebrochenen Stutenhaken verhält sich die Dicke der Cementsubstanz zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1 : 6—7.

Wir bezeichnen, um die Beschreibung zu erleichtern, das gegen den Kieferrand oder oralwärts gerichtete Zahnende als das Kronen- und das andere als das Wurzelende und bilden demnach die Worte kronenwärts und wurzelwärts. Den Zähnen hängt aussen, da, wo sie nicht mit dem Knochen verschmolzen sind, meist eine in Folge des Trocknens bröcklich gewordene Masse an. — Das Dentingewebe grenzt sich bekanntlich gegen die umgebenden Gewebe durch Endigung der Zahnfasern, Umbiegen und Schlingenbildung derselben, Vorkommen von Interglobularräumen und dergleichen deutlich ab. Wir sprechen deshalb im Nachfolgenden von einer Grenzschicht des Dentins oder der Dentinwand.

Die Knochenkörperchen des Cements und der sonstigen in und am Zahn vorkommenden Knochensubstanz sind vom Leser als normal anzusehen, sobald nicht ausdrücklich ihre abweichende Beschaffenheit erwähnt ist. Auch ist das Cement, die knöcherne Grenzschicht des Zahnes, als frei von Gefässen und Havers'schen Kanälen anzunehmen, wenn deren Vorkommen nicht ausdrücklich betont wird.

Wenn es in dem nachfolgenden Artikel in Bezug auf irgend einen Zahnschliff heisst, dass die Dentinfasern nur nach einer Seite verlaufen, so ist das so zu verstehen, dass die peripheren Enden der Dentinröhren nur noch ungefähr einen Halbkreis bilden und dass die Röhren des anderen Halbkreises fehlen. (Vergl. Fig. 4.)

A) Nicht vollkommen retinirte Zähne.

1. Der Zahn befand sich in einem linken Unterkiefer und hatte den letzteren durchbrochen, denn er ragte mit einem spitzen, 4 mm langen Theile aus demselben hervor.

Der ganze Zahn ist 24 mm lang, ziemlich gleichmässig 3—4 mm dick und in der Längsrichtung ein wenig gebogen. Der frei aus dem Knochen ragende Theil ist von Schmelzsubstanz überzogen, doch ist die letztere beim Sägen abgesprungen.

Der Zahn wurde in 25 Scheiben zerlegt.

Der bei weitem grösste Theil des Zahnes besteht aus einem fast regelmässigen, axialen Dentincylinder, der bis auf einzelne Stellen von einem Knochenmantel umgeben ist. Im Centrum der Dentinsubstanz befindet sich ein Längscanal, der ein starkes Blutgefäss enthält und gegen die Krone zu enger wird, um an der letzteren selbst ganz zu fehlen. — Nahe der Wurzel wird die Dentinsubstanz allmählich geringer und fehlt schliesslich an einer Seite ganz, was sich daraus ergiebt, dass die radiär verlaufenden Zahncanälchen an einer Seite des Zahnes ganz verschwunden sind. An ihrer Stelle befindet sich Knochengewebe. Das Axengefäss liegt hier natürlich am Rande des Dentins. — In der Knochensubstanz, die an einzelnen Stellen scheinbar ganz fehlt, treten einzelne Blutgefässe auf; an einer Stelle steht ein solches

Gefäss mit dem centralen Blutgefässe in Verbindung. Die Knochenkörperchen des peripheren Knochenmantels sind mehr oder weniger regelmässig parallel zur Oberfläche gelagert. — Die Dicke des Knochenmantels verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1:4—5 (z. B. ungefähr in der Mitte des Zahnes $0 \cdot 48^{mm} : 2 \cdot 3^{mm}$).

Das mikroskopische Bild des Zahnes ergiebt zweifellos, dass eine Wucherung des Knochengewebes stattgehabt hat und dass dadurch das Dentingewebe mehr oder weniger verdrängt worden ist. Wenn an einzelnen Stellen der Knochenmantel fehlt, so muss man annehmen, dass derselbe bei der Bearbeitung des Zahnes zur Untersuchung abgesplittert ist; dies konnte dann um so eher geschehen, wenn an dieser Stelle das Knochengewebe etwa spongiöser Natur und nicht feste compacte Cementsubstanz war.

2. Der Zahn sass in einem linken Unterkiefer und ragte um 10^{mm} aus demselben hervor.

Der Zahn ist 23^{mm} lang und in seiner Kronenhälfte 6^{mm} dick. Nach der Wurzel zu verjüngt er sich allmählich. Der freie Theil ist mit Schmelzsubstanz überzogen, die beim Sägen abgesprungen ist.

Der Zahn wurde in 18 Scheiben zerlegt.

In der Achse des Zahnes befindet sich Dentinsubstanz, die nach der Wurzel zu allmählich abnimmt, sodass schliesslich nur noch ein geringer Dentinkern bleibt; die Fasern des letzteren verlaufen nur nach einer Seite. In der Axe der Dentinsubstanz befindet sich ein Längscanal, der von einem starken, durchschnittlich $0 \cdot 32^{mm}$ dicken Blutgefässe ausgefüllt ist. Der Canal reicht einerseits bis nahe an das Kronen-, andererseits bis nahe an das Wurzelende, sodass er an den letzten zwei Wurzelschliffen, an denen sich nur noch Dentinreste befinden, nicht mehr sichtbar ist. An einer Stelle tritt im Dentingewebe eine gefässhaltige Knocheninsel auf.

Um die Dentinsubstanz herum liegt Knochensubstanz, welche an den einzelnen Stellen verschieden dick ist. Kronenwärts ist sie compact, besitzt aber einige Havers'sche Canäle; wurzelwärts treten in der Knochensubstanz zahlreiche, theils leere, theils mit Blut gefüllte, ganz unregelmässig geformte, mit unbewaffnetem Auge schon sichtbare Hohlräume auf, die in der Regel von mehreren Knochenlamellen und concentrischen Lagen von Knochenkörperchen umgeben sind. Das Gewebe ähnelt also dem spongiösen Knochengewebe (vergl. Fig. 5). Die Hohlräume in demselben nehmen nach der Wurzel hin an Zahl und Grösse zu. Diese mit Hohlräumen versehene, gefässhaltige Knochensubstanz erinnert, wie erwähnt, an die Substantia ossea spongiosa, ohne aber derselben ganz zu gleichen. Deshalb soll dieselbe zum Unterschiede von dieser in diesem Artikel als Substantia ossea porosa bezeichnet werden. An vielen Stellen bildet dieses poröse Knochengewebe starke und grosse Zapfen, die in das Dentingewebe hineinragen. An diesen Stellen fehlt die Grenzschicht des Dentingewebes.

Da der Knochenmantel an den einzelnen Stellen verschieden stark ist, die Dentinsubstanz ausserdem wurzelwärts abnimmt, so lässt sich kaum das Dickenverhältniss beider angeben. Ungefähr ist es durchschnittlich wie 1:4—6.

Aus dem geschilderten Befunde lässt sich dasselbe schliessen wie bei Zahn 1. Zahn 2 unterscheidet sich von Zahn 1 nur dadurch, dass das Knochengewebe zum Theil gefässhaltige, makroskopische Hohlräume besitzt und dass dieses offenbar wuchernde Zapfen gegen die Dentinsubstanz vortreibt, welche die letztere zum Schwinden bringen.

3. Der Zahn sass tief im Kiefer und ragte ein wenig über den Kieferrand vor.

Beim Extrahiren brach der grössere Theil (Wurzeltheil) des Zahnes ab; das extrahirte Stück ist walzenförmig, 6 ^{mm} lang und 3 ^{mm} dick und von einer Schmelzkappe überzogen. Letztere sprengte beim Sägen zum Theil ab.

Der Zahn wurde in 2 Scheiben zerlegt.

Nahe der Krone zeigt derselbe nahezu ein normales Verhalten, d. h. die centrale Dentinsubstanz ist von Schmelz umgeben und um diese legt sich ein dünner Knochen- (Cement-)Mantel. Die Dicke des letzteren verhält sich zum Querdurchmesser des Dentins wie 1:7. Nach dem anderen Ende des Zahnes hin fehlt die Schmelzsubstanz; die Knochensubstanz aber ist erheblich dicker als kronenwärts, sodass sich die Dicke derselben zum Querdurchmesser des Dentins wie 1:1 verhält. Von der Knochensubstanz geht ausserdem ein breiter und gewaltiger Fortsatz in die Dentinsubstanz hinein, sodass die Zahnröhrchen nur noch nach einer Seite verlaufen. — Die Knochenkörperchen dieses Zapfens zeigen die abenteuerlichsten Formen; sie sind meist grösser und zum Theil rundlich resp. auch eckig, zum Theil aber auch sehr in die Länge gezogen u. s. w. Innerhalb des Dentins findet man an einer Stelle eine Gruppe von verschieden gestalteten, lacunären Bildungen mit feinen zarten Fortsätzen; der Inhalt der Lacunen ist körnig.

Im Allgemeinen ist aus diesem Befunde dasselbe zu schliessen, wie bei Zahn 1 und 2. Es ist aber besonders beachtenswerth, dass bei Zahn 3 sich deutlich zeigt, dass der die Vernichtung des Zahnes bezweckende Process am Wurzeltheile des Zahnes beginnt.

4. Dieser Zahn befand sich in einem rechten Unterkiefer und hatte kaum den Alveolarrand durchbrochen, denn er ragte flachkugelig nur ungefähr 2 ^{mm} über denselben hervor.

Der Zahn ist 7 ^{mm} lang und $3^1/_2$ ^{mm} dick und an beiden Enden abgestumpft, sodass er genau die Form eines grossen Weizenkornes besitzt. Der durchgebrochene Theil ist von Schmelz überzogen; letzterer ist beim Sägen abgesprungen.

Der Dentinkern des Zahnes ist nur klein. An einer Seite des Zahnes ist gar kein Dentin mehr vorhanden. Die Zahnfasern ver-

laufen also nicht radiär nach allen Seiten, wie dies normaliter der Fall ist, sondern sie fehlen an dieser Seite. Ein Achsencanal resp. eine Zahnhöhle lassen sich nicht nachweisen. Der Knochenmantel ist sehr stark und gefässhaltig; an einzelnen Stellen ist er doppelt so stark als der Querdurchmesser des Dentins. Die an die Dentinsubstanz zunächst anstossende Knochensubstanz besitzt anstatt der normalen Knochenkörperchen unregelmässig geformte etwas grössere Hohlräume mit grösseren und weiteren Fortsatz, die scheinbar eine körnige Masse enthalten. — Die Grenzschicht des Dentins ist an einzelnen Stellen erhalten.

Auch bei diesem Zahn ist die Dentinsubstanz zu Gunsten der Knochensubstanz bedeutend vermindert. Entweder ist die Dentinsubstanz durch das wuchernde Knochengewebe in seiner weiteren Entwickelung gehindert worden, oder dieselbe ist durch das neugebildete, drückende Knochengewebe zum Schwinden gebracht worden.

5. Der Zahn sass in einem linken Oberkiefer und ragte mit einem 3^{mm} langem cylindrischen Theile frei aus dem Knochen hervor.

Der Zahn ist 11^{mm} lang und fast gleichmässig 2^{mm} dick (also stiftförmig). Das Wurzelende ist umgebogen. Der ganze Zahn sass in einer deutlichen Alveole. — Er wurde in 10 Scheiben zerlegt.

Der Zahn besteht aus einem axialen, verhältnissmässig schwachen, cylindrischen Dentinkern und einem starken, peripheren Knochenmantel. In der Axe des Dentinkernes, der gegen die Wurzel hin ganz verschwindet, findet sich ein Längscanal mit einem Blutgefässe; mit dem Aufhören des Dentins verschwindet auch der Längscanal. Ganz nahe der Wurzel wird das Blutgefäss von einem dünnen Knochenmantel umgeben; an einer Stelle fliesst der letztere mit dem peripheren Knochenmantel zusammen.

In dem peripheren Knochenmantel, dessen Knochenkörperchen mehr oder weniger parallel zur Oberfläche gelagert sind, findet man Blutgefässe bez. Havers'sche Canäle. Der Querdurchmesser derselben verhält sich zu dem des Dentinkernes wie $1^1/_2:1$ (z. B. in der Mitte des Zahnes wie $0 \cdot 8 : 0 \cdot 55^{mm}$).

Dieser Zahn besteht also ebenso wie der vorige zum grössten Theile aus Knochensubstanz. An ihm fällt aber auf, dass das Wurzelende gar keine Dentinsubstanz besitzt, sondern nur aus Knochengewebe gebildet wird. Letzteres ist offenbar von unten gegen den Zahn vorgewuchert und hat das Wurzelende des Dentins zum Schwinden gebracht (vergl. Zahn 3). Es ist ausserdem noch ein wenig am centralen Blutgefäss entlang gewuchert (vergl. Zahn 6).

6. Der Zahn hatte soeben den Zahnrand durchbrochen, so dass er mit einer halbkugelförmigen Kuppe hervorragte.

Der Zahn ist langgezogen und steckt in einer Alveole, welche eine markähnliche Masse enthält. Der ganze Zahn hat ein wachsartiges Aus-

sehen und wurde iu 8 Scheiben zerlegt. Er besteht aus einem axialen Dentinkern, der auf dem Querschnitte nahezu eine ovale Form zeigt und im Centrum einen Längscanal besitzt. Der letztere ist nach der Wurzel hin von einem von der Dentinsubstanz eingeschlossenen Knochenmantel umgeben, der an der stärksten Stelle einen Durchmesser von 0·15 mm hat. In der Dentinsubstanz findet man, besonders nahe der Wurzel, sowohl einzelne, zerstreut liegende Knochenkörperchen, als auch ganze Züge resp. Inseln von solchen. Um die Dentinsubstanz herum liegt ein starker Knochenmantel, dessen Knochenkörperchen mehr oder weniger regelmässig parallel zur Oberfläche geordnet sind. Die Dicke derselben verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie $1:1^1/_2$ (z. B. 0·7 mm : 1·1 mm). — Nahe der Wurzel gehen vom peripheren Knochenmantel zwei starke Knochenzüge durch die Dentinsubstanz hindurch bis zum axialen Knochenmantel, sodass also beide Knochenmäntel durch Fortsätze mit einander verbunden sind. Die Knochenkörperchen dieser Parthien sind natürlich unregelmässig gelagert.

Dieser Zahn stimmt mit dem vorbesprochenen insofern überein, als auch er zum grösseren Theile aus Knochengewebe besteht; es fällt aber an ihm noch besonders auf, dass um seinen Axencanal ein dünner Knochenmantel liegt! Dieses axiale Knochengewebe ist offenbar dadurch entstanden, dass das um das axiale Blutgefäss liegende Bindegewebe dem Verknöcherungsprocess verfallen ist. Dieser Verknöcherungsprocess findet seinen Ausgangspunkt offenbar entweder von dem Knochengewebe am Wurzelende oder von dem peripheren Knochenmantel, indem dieser Fortsätze durch das schwindende Dentin hindurch gegen die Zahnhöhle vortreibt. Es ist klar, dass von dem axialen Knochengewebe ein weiterer Wucherungsprocess behufs Vernichtung der Dentinsubstanz ausgehen kann. Das axiale Blutgefäss liefert das Material zu dieser Neubildung.

7. Der Zahn befand sich in einem linken Oberkiefer und hatte denselben kaum durchbrochen, so dass der freie Theil nur als eine flache Kuppe erschien.

Der Zahn steckt ziemlich steil im Kiefer, ist 9 mm lang und an seinem Ende 4 mm dick, nach dem Wurzelende zu verjüngt er sich allmählich. — Er wurde in 6 Scheiben zerlegt.

Die Dentinsubstanz ist nur noch in Form eines kleinen Restes vorhanden; der bei Weitem grösste Theil des Zahnes wird von Knochengewebe gebildet und zwar tritt das letztere in zwei Formen auf, einmal nämlich in Form eines starken, axialen, grösstentheils soliden Cylinders, andererseits in Form eines peripheren Mantels; zwischen beiden befindet sich an einer Seite eine dünne Dentinschicht, an der anderen Seite jedoch stehen beide Knochenparthien mit einander in Verbindung (s. Fig. 1); die Dentinsubstanz sitzt infolgedessen (im Querschnitt in Form einer Sichel) an einer Seite dem axialen Knochencylinder auf. Auf der Seite der centralen Knochenmasse fehlt die Grenzschicht des Dentins, sie ist

hingegen an fast allen Schliffen gegen die periphere Knochensubstanz hin sichtbar. Die Dentinsubstanz ist an ihrer stärksten Stelle nur 0·55 mm dick, während der Querdurchmesser des axialen Knochencylinders durchschnittlich 1·5 mm und der des ganzen Zahnes (nahe dem freien Ende) 3·6 mm beträgt.

Im axialen Knochencylinder sind viele Blutgefässe sichtbar. An einzelnen Stellen befinden sich in demselben ausserdem grössere, makroskopisch sichtbare Hohlräume, wie in normaler Knochenspongiosa. Die Knochenkörperchen des axialen Knochencylinders sind unregelmässig betr. Form, Grösse und Lagerung.

Die ursprüngliche Zahnhöhle ist nur noch an einer Stelle vorhanden, sonst findet sich an ihrer Stelle Knochengewebe. Im peripheren Knochenmantel liegen die normal geformten Knochenkörperchen mehr oder weniger parallel zur Oberfläche und senden nach innen und aussen Primitivcanäle, sodass der Knochen streifig erscheint.

An diesem Zahne ist die beim vorigen Zahne als möglich bezeichnete Wucherung des axialen Knochengewebes thatsächlich eingetreten, dabei hat aber auch eine erhebliche Wucherung des peripheren Knochengewebes (des Cementmantels) stattgefunden, so dass auf der einen Seite des Zahnes die innere und äussere Knochensubstanz, indem sie das Dentin hier ganz zum Verschwinden gebracht, einander erreicht haben. An dieser Seite besteht infolgedessen der Zahn nur aus Knochengewebe, während die andere seitliche Hälfte noch Dentingewebe enthält. Der Axenkanal ist verschwunden, dagegen sind aber noch gefässhaltige Hohlräume vorhanden, die das Gewebe lebens- und entwickelungsfähig erhalten.

8. Der Zahn befand sich in einem linken Oberkiefer und hatte mit einem 2—3 mm langen Theile den Alveolarrand durchbrochen.

Der Zahn ist 18 mm lang und an der stärksten Stelle (in der Mitte) $3^1/_2$—4 mm dick, also stiftförmig; nach dem Wurzelende zu verjüngt er sich allmählich. — Er wurde in 15 Scheiben zerlegt.

In der Kronenhälfte des Zahnes findet sich axial ein Dentincylinder mit einem centralen Längsblutgefäss, welches zum Theil von einem dünnen Knochenmantel umgeben ist. Wurzelwärts nimmt von der Mitte aus die Dentinsubstanz allmählich ab und zwar in der Weise, dass sie zunächst auf einer Seite ganz verschwindet, sodass die Zahnfasern nur noch nach der anderen Seite hin verlaufen; nahe der Wurzel fehlt die Dentinsubstanz ganz, sodass die letzten 3 Scheiben nur noch aus Knochengewebe bestehen. Mit dem Schwinden der Dentinsubstanz ändert sich natürlich auch die Lage des centralen Blutgefässes; dasselbe ist (von der Mitte aus gerechnet) zunächst an die Seite des Dentins gerückt und fehlt nahe der Wurzel ganz, verschwindet also mit der Dentinsubstanz; ebenso reicht das Gefäss nicht ganz bis an das Kronenende heran. — Der das axiale Gefäss umgebende Knochenmantel reicht kronenwärts ein wenig bis über die Mitte des Zahnes und ist an seiner stärksten Parthie in toto 0.25 mm dick.

Um die Dentinsubstanz herum liegt Knochensubstanz. Dieselbe bildet allein das Wurzelende des Zahnes und umgiebt von da ab kronenwärts die Wurzelhälfte desselben mantelartig. Von einer Seite aus springt sie fortsatzartig gegen die Axe des Zahnes vor. Im Kronendrittel fehlt an einer Seite die Knochensubstanz; auf der anderen Seite bildet sie an zwei Stellen Fortsätze, welche in das Dentingewebe hineinragen und gefässhaltig sind. — Die Stärke der peripheren Knochensubstanz verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie $1:2^1/_2$—3 (in der Mitte des Zahnes z. B. $0 \cdot 55^{mm}:1 \cdot 5^{mm}$).

An diesem Zahne lässt sich wieder deutlich feststellen, dass von der Zahnwurzel aus ein Verknöcherungsprocess eingetreten ist; derselbe hat das das centrale Blutgefäss umgebende Gewebe ergriffen. Dieser Process schreitet sowohl kronenwärts als auch in peripherer Richtung vor. Das Wurzelende des Zahnes besteht schon ganz aus Knochengewebe. Der periphere Knochenmantel wuchert dem inneren Knochengewebe entgegen und zwar entweder in Form von Fortsätzen, die er in das Dentingewebe hineintreibt, oder aber in seiner ganzen Ausdehnung.

9. Der Zahn befand sich in einem rechten Oberkiefer und hatte den Alveolarrand durchbrochen; sein freier Theil war 4—5 ^{mm} lang.

Der ganze Zahn ist 17 ^{mm} lang und 3 ^{mm} dick, also stiftförmig. Von der Mitte nach der Krone bleibt der Zahn nahezu gleich stark, während er sich nach dem Wurzelende zu allmählich verjüngt. Das freie Ende ist von Schmelzsubstanz überzogen, dieselbe sprang jedoch beim Sägen ab.

Der Zahn wurde in 13 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes verläuft ein starkes Blutgefäss, welches bis nahe an das Kronenende heranreicht. In der Wurzelhälfte des Zahnes ist dieses Blutgefäss von einem Knochenmantel umgeben, welcher die Form eines Kegels besitzt, denn er ist am Wurzelende am breitesten ($0 \cdot 4^{mm}$ im Querdurchmesser) und verjüngt sich allmählich kronenwärts; gegen die Mitte des Zahnes hin endet er. Die Knochenkörperchen dieses Kegels sind grösser, unregelmässig und mit einer körnigen Masse gefüllt, sodass das Gewebe nicht ganz normaler Knochensubstanz gleicht. In der Kronenhälfte des Zahnes liegt (abgesehen von einer kleinen Parthie am freien Ende) rund um das Blutgefäss eine eigenthümliche Masse, deren Natur sich nicht erkennen lässt, die aber von der umgebenden Dentinsubstanz scharf abgesetzt ist. Die fragliche Substanz erscheint zum Theil körnig, zum Theil faserig, zum Theil enthält sie Fasern, die an die Dentinsubstanz erinnern; peripher findet man in dieser Masse Hohlräume, die mit einer körnigen Masse angefüllt sind.

Um den centralen Knochenkegel in der Wurzelhälfte und um die eigenthümliche Masse in der Kronenhälfte herum befindet sich Dentinsubstanz; an verschiedenen, peripher gelegenen Stellen derselben findet man keine oder nur wenige Dentinfasern, das Dentin ist vielmehr in eine gleichmässige Masse umgewandelt. — Auf die Dentinsubstanz folgt nach aussen

Knochensubstanz. Dieselbe umgiebt den Zahn in der Kronenhälfte nahezu gleichmässig, in der Wurzelhälfte dagegen nur auf 3 Seiten, während sie auf der 4. nur dünn ist, resp. ganz fehlt. — Am stärksten Theile des Zahnes hat diese Knochensubstanz eine Stärke von durchschnittlich 0·8 mm, die Dentinsubstanz hingegen besitzt einen Querdurchmesser von durchschnittlich 2·5 mm; beide verhalten sich am ganzen Zahne ungefähr wie 1 : 3.

Aus diesem Befunde lassen sich dieselben Schlüsse wie aus den Befunden bei den vorhergehenden Zähnen ziehen. Der Kampf des siegreichen Knochengewebes gegen das Dentingewebe wird gleichzeitig von der Axe und von der Peripherie aus eingeleitet. Das centrale Knochengewebe ist aber blutreicher und deshalb zum Kampfe geeigneter; es hat daher auch schon eine ganz beträchtliche Stärke erreicht.

10. Der Zahn befand sich in einem linken Oberkiefer und hatte den Alveolarrand nur wenig durchbrochen, so dass sein freier Theil in Form einer flachen Kuppe sichtbar war.

Der Zahn steckt flach im Kiefer, ist 14 mm lang und fast in seiner ganzen Ausdehnung ungefähr $3^1/_2$ mm dick, also stiftförmig, cylindrisch. — Er wurde in 9 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes befindet sich ein starker, hohler Knochencylinder, der erst nahe dem Kronenende sich zuspitzt und an seiner stärksten Parthie in toto einen Querdurchmesser von 1·1 mm besitzt. Die Knochenkörperchen sind grösser als normale und unregelmässig betreffs Form und Lagerung. Im Centrum dieses Knochencylinders befindet sich ein blutgefässhaltiger Längscanal, der durchschnittlich einen Querdurchmesser von 0·4 mm besitzt. Neben diesem grossen Canale finden sich noch 1—2 kleinere Löcher, also Querschnitte von Längscanälen, die mit Blut gefüllt sind. An einer Stelle zweigt ein solcher Nebencanal vom Hauptcanale ab.

Um den gefässhaltigen, axialen Knochencylinder liegt ein Dentinmantel, dessen Fasern von allen Seiten des centralen Knochencylinders aus radienartig verlaufen.

Um die Dentinsubstanz herum liegt ein Knochen- (Cement-)Mantel, der an den einzelnen Stellen zwar verschieden stark, im Allgemeinen aber nur schwach entwickelt ist, denn die Dicke des Dentins verhält sich zum Querdurchmesser des Knochenmantels durchschnittlich wie 1:4 (an anderen Stellen jedoch auch wie 1 : 3 und 1 : 5, in der Mitte des Zahnes z. B. wie 0·4 mm : 1·6 mm).

Dieser Befund ist dem des vorbeschriebenen Zahnes fast gleich; deshalb sind auch keine neuen Schlussfolgerungen aus ihm zu ziehen.

11. Der Zahn hatte nur wenig den Alveolarrand durchbrochen, so dass ein kleiner, stiftförmiger Theil frei aus demselben hervorragte.

Der Zahn ist 20 mm lang und in der Mitte 4 mm dick; er ist nahezu walzenförmig und verjüngt sich nur allmählich ein wenig nach der Wurzel

zu. Sein freies Ende ist von Schmelz überzogen. — Der Zahn wurde in 15 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes befindet sich ein gefässhaltiger Längscanal, der in der Wurzelhälfte von einem dünnen, ca. 0.16 mm im Querdurchmesser starken Knochenmantel umgeben ist; kronenwärts verschwindet zunächst der Knochenmantel, dann auch noch der Canal. Um den Axencanal resp. um den centralen Knochenmantel liegt ein Dentin- und um diesen ein peripherer Knochenmantel. Der erstere verkümmert allmählich gegen die Wurzel hin und zwar derart, dass die eine Seite des Dentins vollkommen schwindet und an ihrer Stelle Knochengewebe auftritt. Natürlich liegt an dieser Stelle der centrale Knochenmantel am Rande des Dentins und vereinigt sich mit dem peripheren. — Die Knochenkörperchen der letzteren sind im Allgemeinen parallel zur Oberfläche gelagert. An einer Stelle geht von dem peripheren Knochenmantel ein starker, gefässhaltiger Fortsatz aus, der sich in die Dentinsubstanz herein erstreckt und sich mit dem centralen Knochenmantel verbindet. — Die Dicke der peripheren Knochensubstanz verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1:3—4.

Da sich dieser Zahn fast ganz so wie Zahn 9 verhält, so sind aus den Untersuchungsergebnissen dieselben Schlüsse zu ziehen wie bei Zahn 9.

12. Der Zahn befand sich in einem rechten Oberkiefer und ragte stiftförmig um 4 mm aus demselben hervor.

Der Zahn steckt steil im Kiefer, ist 21 mm lang und 3—$3^1/_2$ mm dick und in seiner ganzen Ausdehnung nahezu gleich stark (also stiftförmig).

Er wurde in 17 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes befindet sich ein Längscanal, der ein starkes Blutgefäss enthält und nahe der Krone endet. Um diesen Canal liegt im Wurzeldrittel ein an seiner stärksten Stelle in toto 0·5 mm dicker Knochenmantel. Um diesen letzteren und in der Kronenhälfte direct um den axialen Längscanal herum liegt die Dentinsubstanz, welche ihrerseits wieder von einem dünnen Knochen-(Cement-)Mantel, dessen Knochenkörperchen im Allgemeinen concentrisch zur Oberfläche verlaufen. umgeben wird. — An der Wurzel besteht zwischen dem peripheren und dem centralen Knochenmantel eine starke Knochenbrücke; natürlich fehlt an dieser Stelle ein Theil der Dentinsubstanz. — Die Stärke des peripheren Knochenmantels verhält sich zum Durchmesser der Dentinsubstanz wie 1:5 bis 6 (z. B. wie 0·30 mm: 1·64 mm).

Da dieser Zahn fast dieselbe Beschaffenheit zeigt, wie die 4 zuletzt beschriebenen Zähne, so sind keine weiteren Betrachtungen über die Untersuchungsergebnisse desselben anzustellen.

B) Vollkommen retinirte Zähne.

13. Der Zahn war vollkommen im Kiefer verborgen, doch so, dass er durch den Alveolarrand hindurchschimmerte.



Der Zahn ist ca. 15—16 mm lang und in der Mitte 5—6 mm dick; nach beiden Enden zu verjüngt er sich allmählich gleichmässig. Er wurde mit sammt dem Knochen gesägt und in 11 Scheiben zerlegt.

Die Knochenhülle des Zahnes, welche die in der Axe des Zahnes befindliche Dentinsubstanz umgiebt, ist sehr stark und zwar gegen die Wurzel hin auf allen Seiten gleichmässig, gegen die Krone hin ist dieselbe hingegen an einer Seite dünn. Derjenige Theil des Knochenmantels, welcher der Dentinsubstanz anliegt, besteht aus zur Oberfläche concentrisch verlaufenden Reihen von Knochenkörperchen, während die nach aussen gelegene Knochensubstanz dem spongiösen Knochengewebe ähnelt, insofern, als sie mit zahlreichen, vielfach gefässhaltigen Hohlräumen versehen ist, um welche gewöhnlich mehrere Reihen concentrisch geordneter Knochenkörperchen liegen. Nach der Wurzel hin nimmt die geschichtete Knochensubstanz mehr und mehr ab und ist an den letzten zwei Scheiben gar nicht mehr sichtbar; die spongiöse Knochensubstanz nimmt dementsprechend natürlich zu. — In der Wurzelhälfte des Zahnes bemerkt man an der einen Seite der Knochensubstanz Zapfen, welche in die Dentinsubstanz hineinragen; an einzelnen Stellen reichen die Zapfen bis zur Axe hin, sodass hier die Zahnsubstanz fehlt und die Zahncanälchen nur noch nach der entgegengesetzten Seite hin verlaufen, während im übrigen Zahn die Dentinfasern vom Centrum aus radienartig nach allen Seiten hin ausstrahlen. Eine Zahnhöhle lässt sich nirgends nachweisen. Die Dicke des Knochenmantels verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1:1, an vielen Stellen jedoch auch wie 2:1 (z. B. nahe der Krone wie 3·2 mm : 2 mm), der Knochenmantel ist also im Verhältniss sehr stark.

Dieser Zahn lehrt wiederum sehr deutlich, dass die Knochensubstanz auf Kosten der Dentinsubstanz einen Wucherungsprocess eingegangen ist. Das Dentingewebe wird allmählich durch das Knochengewebe verdrängt; daher die ausserordentliche Dicke des Knochenmantels. Die Wucherung findet theils gleichmässig, theils in Form von Zapfen resp. Knochenfortsätzen statt.

14. Der Zahn ist vollkommen im Kiefer verborgen und mit seiner Längsaxe parallel dem Alveolarrande, dem er nahe liegt, gerichtet.

Der Zahn ist 14 mm lang und von birnförmiger Gestalt.

In der Axe des Zahnes befindet sich Dentinsubstanz, welche in der Mitte des Zahnes am dicksten ist und sich nach beiden Enden hin verjüngt; nahe dem Wurzelende fehlt sie ganz, an ihrer Stelle findet man Knochengewebe. Die Dentinfasern verlaufen von einem schwachen Axengefäss aus radiär nach allen Seiten.

Die Dentinsubstanz ist von einem sehr starken Knochenmantel umgeben, von dem aus an verschiedenen Stellen zapfenartige Fortsätze in die Dentinsubstanz gehen (vergl. Fig. 2), sodass die letztere an den betreffenden Stellen grubig vertieft erscheint. Die Dicke des Knochen-

mantels verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1:2.

Im Kronendrittel des Zahnes schiebt sich zwischen Dentin- und Knochensubstanz Schmelzsubstanz ein.

Aus der Betrachtung der Scheiben dieses Zahnes ergeben sich dieselben Schlüsse, wie die bei Zahn 13 gezogenen. Die Knochensubstanz ist im Wuchern, die Dentinsubstanz im Schwinden begriffen und fehlt bereits vollkommen an der Wurzel. Schmelzsubstanz, die bei Zahn 13 fehlte, ist noch vorhanden. Die Knochensubstanz ist mit starken Fortsätzen in die Dentinsubstanz eingedrungen und hat diese hier zum Schwinden gebracht.

15. Der Zahn ist vollkommen im Kiefer verborgen.

Der Zahn ist 17 mm lang und an seinem Kronenende am dicksten (4 – 5 mm); nach dem anderen Ende zu verjüngt er sich allmählich. An den Kiefer ist der Zahn nur locker befestigt, sodass er beim Sägen abbricht. Er wurde in 12 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes befindet sich ein Dentincylinder, dessen Fasern von einem centralen, blutgefässhaltigen Längscanal aus radienartig nach allen Seiten verlaufen (vergl. Fig. 3). In der Wurzelhälfte des Zahnes befindet sich im Dentin eine grössere Stelle, welche aus einer fast gleichmässigen Grundsubstanz besteht, in welche vereinzelte Knochenkörperchen eingelagert sind. — Der Centralcanal reicht nur bis zum Kronendrittel des Zahnes, sodass er in letzterem selbst fehlt.

Um den Dentincylinder legt sich ein ziemlich starker Knochenmantel, von welchem aus entlang des ganzen Zahnes auf einer Seite ein breiter, gewaltiger Fortsatz in die Dentinsubstanz hineinragt (Vergl. Fig. 3). — Die Knochenkörperchen des Knochenmantels sind, abgesehen von der in das Dentin vorragenden Parthie, im Allgemeinen concentrisch zur Oberfläche gelagert. Die Dicke des Knochenmantels verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1:3—4 (z. B. in der Mitte des Zahnes wie 1 : 3·2 mm).

Der Befund ist bei diesem Zahn ähnlich wie bei 13 und 14. Nur ist hier ein Axenkanal vorhanden, welcher den beiden anderen Zähnen fehlte. Der Knochenmantel ist im Verhältniss nicht so dick wie bei Zahn 13 und 14, dafür aber ist ein stärkerer, wuchernder Knochenfortsatz vorhanden.

16. Der Zahn ist im Kiefer verborgen, am Alveolarrande jedoch nur von einer dünnen Knochenlamelle bedeckt.

Der Zahn liegt flach im Kiefer, ist 8 mm lang und an seiner stärksten Stelle 4 mm dick. Nach dem Wurzelende zu verjüngt er sich allmählich. — Er wurde in 8 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes befindet sich Dentinsubstanz. Die Fasern derselben verlaufen aber nur auf einer kurzen Strecke vom Centrum aus radiär

nach allen Seiten; am bei weitem grössten Theile des Zahnes findet man an einer Seite an Stelle der Dentinsubstanz Knochengewebe, sodass die Fasern der ersteren nur noch nach der entgegengesetzten Seite verlaufen (Vergl. Fig. 4). Am Wurzelende fehlt das Dentin gänzlich.

Um die Dentinsubstanz herum liegt ein mässig starker Knochenmantel, der allein das Wurzelende des Zahnes bildet. An mehreren Stellen ragen von ihm aus gefässhaltige Knochenfortsätze in die Dentinsubstanz hinein. Die Stärke des Knochenmantels verhält sich zum Querdurchmesser des Dentins durchschnittlich wie 1 : 2 (in der Mitte des Zahnes z. B. wie 0·7 : 1·5 ^{mm}).

Dieser Zahn lehrt fast noch deutlicher, als die 3 vorbesprochenen Zähne, dass die Dentinsubstanz durch das Knochengewebe verdrängt wird. An einer Breitseite und ebenso an der Wurzel ist erstere schon ganz verschwunden und durch Knochengewebe ersetzt.

17. Der Zahn ist im Kiefer verborgen.

Er ist 1 ^{cm} lang und von birnförmiger Gestalt; seine Längsaxe ist dem Alveolarrand, dem der Zahn nahe liegt, parallel gerichtet. — Der Zahn wurde in 9 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes befindet sich ein dünnerer Dentincylinder, der von einem starken, blutgefässhaltigen Knochenmantel allseitig umgeben wird. In der Axe des Dentincylinders verläuft ein scheinbar leerer Längscanal, von dem aus radienartig die Dentinfasern nach allen Seiten verlaufen. — Die Knochenkörperchen des Knochenmantels sind im Allgemeinen parallel der Oberfläche gelagert, wenn auch nicht immer ganz regelmässig. Die Dicke des Knochenmantels verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1 : 1, der erstere ist also sehr stark.

Am Kronenende des Zahnes findet man zwischen Dentin- und Knochensubstanz eine schmale, an einzelnen Stellen fehlende Lage von Schmelzsubstanz. In derselben sind Knochenkörperchen und zwar entweder vereinzelt oder zu mehreren beisammen liegend, sichtbar. Wurzelwärts findet man an einzelnen Stellen eine eigenthümliche, schmelzartige Substanz, die sich an den Schmelz der Krone anschliesst; dieselbe liegt jedoch nicht mehr der Dentinsubstanz an, weil sich eine verschieden starke Schicht Knochensubstanz zwischen ihr und der Dentinsubstanz befindet.

Bei diesem Zahn ist bereits ein grosser Theil des Dentingewebes durch eine nahezu gleichartige Wucherung der peripheren Knochenmantels verdrängt. Obgleich der Zahn retiniert war, lässt er noch Schmelzsubstanz erkennen.

18. Der Zahn befindet sich ziemlich tief im Kiefer und ist allseitig von Knochen umgeben.

Der Zahn ist 7 ^{mm} lang und $3^1/_2$ ^{mm} dick und verjüngt sich von der Mitte aus ein wenig nach beiden Enden zu. — Er wurde in 5 Scheiben zerlegt.

In der Axe des Zahnes befindet sich Dentinsubstanz, deren Fasern auf allen Scheiben nur nach einer Seite verlaufen, weil an der anderen Hälfte an Stelle der Dentinsubstanz sich Knochengewebe findet (vergl. Fig. 4).

Um die Dentinsubstanz legt sich ein starker Knochenmantel, der an derjenigen Seite, an welcher das Dentin fehlt, um so dicker ist. Er sendet an dieser Seite ausserdem mehrere starke Fortsätze zapfenartig in die Dentinsubstanz hinein (vergl. Fig. 2). Eine kleine Parthie von ihm, die in der Kronenhälfte des Zahnes sich befindet und an die noch zu erwähnende Schmelzsubstanz angrenzt, erscheint fein streifig und enthält vereinzelte Knochenkörperchen eingestreut. Im Uebrigen sind die Knochenkörperchen im Allgemeinen parallel zur Oberfläche gelagert und weichen, abgesehen von einigen grösseren Lacunen und vereinzelten, unregelmässigen, grösseren Knochenkörperchen, nicht wesentlich von der normalen Form ab. — Die Dicke des peripheren Knochenmantels verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie $1:1^1/_2$.

Nahe der Krone schiebt sich zwischen Dentinschicht und Knochenmantel eine Schicht von Schmelzsubstanz ein.

Aus dem vorstehend beschriebenen Befunde lassen sich dieselben Schlüsse ziehen wie aus dem Befunde über die zuletzt aufgeführten Zähne. Durch bedeutende Knochenwucherung, die zum Entstehen grosser Knochenzapfen geführt hat, die in das Dentin eingewuchert sind, ist das letztere zum Schwinden gebracht worden, so dass es an der einen Seite des Zahnes sogar ganz fehlt.

19. Der Zahn ist vollkommen im Kiefer verborgen, doch nahe dem Alveolarrande gelegen.

Der Zahn besitzt die Grösse und Form einer grossen Erbse. Es wurde versucht, denselben sammt dem Kieferknochen zu sägen, da er aber nur an einer Stelle fester mit dem Kiefer verbunden war, so löste er sich beim Sägen los. — Er wurde in 4 Scheiben zerlegt.

Im Innern des Zahnes befindet sich Dentinsubstanz, welche sich nach dem Wurzelende zu allmählich verjüngt. Die Fasern der Dentinsubstanz verlaufen am ganzen Zahn nur nach einer Seite, weil die andere Hälfte des Dentinkernes von Knochengewebe eingenommen wird (vergl. Fig. 4).

Um die Dentinsubstanz legt sich ein sehr starker Knochenmantel, der auf derjenigen Seite, auf der das Dentin fehlt, jedoch nur einen ganz dünnen Knochenstreifen bildet. An den übrigen drei Seiten des Zahnes hingegen verhält sich die Dicke des Knochenmantels zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1:1. — An einer Stelle zieht sich von dem Knochenmantel aus mitten durch die Dentinsubstanz hindurch im Bogen ein Knochenstrang. Die Knochenkörperchen der Knochensubstanz sind unregelmässig gelagert. Das Kronenende trägt eine Schmelzlage zwischen Dentin- und Cementsubstanz.

Das auffallende an diesem Zahne ist, dass mitten durch die ganze Dentinsubstanz hindurch im Bogen ein Knochenstrang liegt, der beide Mantelhälften der sehr dicken, stark wuchernden Cementsubstanz mit einander verbindet.

20. Der Zahn ist vollkommen im Kiefer verborgen und von Weizen- bis Haferkorngrösse.

Der Zahn wurde sammt dem Kiefer in 3 Scheiben zersägt und geschliffen. Er enthält im Innern nur noch einen kleinen Dentinkern, von dem eine Seite entweder ganz fehlt (sodass die Zahnfasern nur noch nach der entgegengesetzten Richtung hin verlaufen, s. Fig. 4.) oder nur noch andeutungsweise vorhanden ist. In der Axe der Dentinsubstanz befindet sich an Stelle der Zahnpulpa ein Knochenstrang, der durchschnittlich 0·45 mm dick ist.

Um den Dentinkern liegt ein sehr starker Knochenmantel, der direct in die Spongiosa des Kiefers übergeht und an derjenigen Seite, an welcher die Dentinsubstanz fehlt, mit dem axialen Knochengewebe in Verbindung steht (Fig. 4).

Ueber das Grössenverhältniss der Knochen- (Cement-) Substanz zur Dentinsubstanz s. die Fig. 4.

Dieser Zahn unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, dass um ein Axengefäss des Zahnes Knochengewebe liegt, welches also von Dentingewebe eingeschlossen ist. Dieses innere Knochengewebe steht an einzelnen, selbst breiten Stellen mit dem äusseren stark gewucherten Knochenmantel in Verbindung. Hier besteht die betreffende Zahnpartie nur aus Knochengewebe, die Dentinsubstanz ist daselbst ganz verschwunden.

21. Der Zahn ist zwar im Kiefer verborgen, doch ist sein Kronenende am Alveolarrand nur von einer so dünnen Knochenlamelle bedeckt, dass er durch den Alveolarrand hindurchschimmert.

Der Zahn ist 22 mm lang und 6—7 mm dick; an seiner lateralen Seite ist er ziemlich fest mit der Mandibularcompacta verbunden. — Er wurde in 18 Scheiben zerlegt.

Der Zahn besteht zum grössten Theile aus Knochengewebe, in dessen Centrum sich in geringen Mengen Dentinsubstanz findet. Schmelzsubstanz ist nicht vorhanden.

Der Dentinantheil ist in der Mitte (der Längsaxe) des Zahnes am grössten und nimmt nach beiden Enden hin ab. In der Mitte ist auf eine kurze Strecke ein wirklicher Dentincylinder vorhanden, in dessen Centrum sich ein Längscanal befindet, der von einem dünnen, an der stärksten Stelle nur 0·08 mm im Querdurchmesser dicken Knochenmantel umgeben ist. Von ihm aus verlaufen die Zahncanälchen nach allen Seiten. — Inmitten der Dentinsubstanz findet man an einzelnen Stellen kleine Knochen-

inseln. — Von der Mitte aus nimmt nach beiden Seiten hin die Dentinsubstanz ab und zwar derart, dass zunächst an einer Seite an ihrer Stelle Knochengewebe auftritt, sodass die Zahncanälchen nur noch nach der entgegengesetzten Seite hin verlaufen. Noch weiter nach den Enden zu wird die Dentinsubstanz immer geringer und ganz unregelmässig angeordnet, sodass an einzelnen Stellen nur noch Stücke (bisweilen mehrere inselartig) in der Knochensubstanz angetroffen werden; es fehlt diesen Stücken oft sowohl der centrale als auch der periphere Theil.

Die Knochensubstanz bildet einen starken Mantel um die Dentinsubstanz und tritt zum geringeren Theile compact, zum grösseren Theile spongiös auf. Die compacte Knochensubstanz liegt wesentlich an einer Seite dem Dentin auf und ist in der Mitte des Zahnes am reichlichsten entwickelt; nach den beiden Enden hin nimmt sie, ebenso wie die Dentinsubstanz, an Masse ab; an ihre Stelle tritt eine Substantia ossea porosa (s. S. 11). In der Mitte des Zahnes gehen von der compacten Knochensubstanz mehrere kurze, abgerundete Fortsätze in die Dentinsubstanz hinein, sodass die letztere auf ihrer Oberfläche unregelmässig, grubig vertieft erscheint. An diesen Stellen fehlt die Grenzschicht (Interglobularschicht) des Dentingewebes, während sie an den übrigen Stellen erhalten ist.

Die spongiöse Knochensubstanz ist mit grösseren und kleineren, grösstentheiles makroskopischen Hohlräumen versehen, die äusserst zahlreiche Blutgefässe, Bindegewebe u. s. w. enthalten und um die die Knochenkörperchen in mehr oder weniger regelmässigen, concentrischen Reihen liegen, sodass das Ganze der normalen Spongiosa ähnelt (vergl. Fig. 5). An einzelnen Stellen und besonders nach den Enden des Zahnes zu dringt die spongiöse Knochensubstanz zwischen die Compacta ein und scheidet dadurch die letztere in einzelne Inseln. Auch in der compacten Knochensubstanz finden sich Havers'sche Canäle.

Das Verhältniss der Knochen- zur Dentinsubstanz ist an den einzelnen Stellen sehr verschieden und lässt sich deshalb kaum angeben. Immer aber ist der Knochenmantel sehr stark gegenüber der Dentinsubstanz, sodass er selbst in der Mitte des Zahnes, also da, wo die Dentinsubstanz noch am reichlichsten vorhanden ist, sich zum Querdurchmesser der letzteren wie 1:1 verhält. Nach den Enden zu ändert sich das Verhältniss natürlich zu Gunsten der Knochensubstanz.

Dieser Zahn demonstriert sehr schön den siegreichen Kampf des gefässhaltigen Knochengewebes gegen das gefässlose Dentin. **Merkwürdig sind die Knocheninseln, die mitten im Dentingewebe auftreten.**

22. Der Zahn ist im Kiefer verborgen, hat aber bereits zu einer flachen Hervorwölbung des Alveolarrandes geführt.

Der Zahn ist 13 mm lang und an seiner stärksten Stelle 3 mm dick, also stiftförmig; nach dem Wurzelende hin verjüngt er sich allmählich. — Er wurde in 11 Scheiben zerlegt.

Der Zahn verhält sich insofern wie Zahn 9, als auch er ein axiales Längsblutgefäss besitzt, welches in der Wurzelhälfte von einem centralen Knochenkegel umgeben ist; der letztere ist an seiner stärksten Stelle 0·24 mm dick. Um den Knochenkegel und in der Kronenhälfte direkt um den Axencanal liegt die Dentinsubstanz, welche an der Wurzel zum Theil fehlt und daselbst durch Knochengewebe ersetzt wird, sodass ihre Fasern nur noch nach einer Seite hin verlaufen. Im Uebrigen ist sie normal.

Der periphere Knochenmantel verhält sich genau wie bei Zahn 9.

Die Dicke des peripheren Knochenmantels verhält sich zum Querdurchmesser der Dentinsubstanz durchschnittlich wie 1 : 3 (an der stärksten Parthie des Zahnes 0·56 : 1·6 mm.

Aus dem Befunde bei diesem Zahne lassen sich dieselben Schlüsse ziehen, wie bei Zahn 9.

23. Der Zahn ist im Kiefer verborgen und befindet sich in einer alveolenähnlichen Höhle, aus der er sich leicht extrahieren lässt.

Der Zahn wurde in 4 Scheiben zerlegt. — Er besteht zum grössten Theile aus Knochengewebe, das einen kleinen unregelmässigen Dentinkern umschliesst. — Die Knochenkörperchen sind zum Theil normal, zum Theil ganz unregelmässig; zwischen ihnen findet man grössere, mikroskopische Fortsatzhöhlen.

Die Dentinsubstanz ist eigenthümlich verändert; wie, lässt sich kaum beschreiben. — An einzelnen Stellen findet man z. B. innerhalb der deutlich sichtbaren Zahncanälchen sporen- und bacillenähnliche Gebilde, an anderen Stellen sind die Zahncanälchen überhaupt nicht mehr zu sehen u. s. w.

Bei diesem Zahne ist die Dentinsubstanz ebenfalls durch die wuchernde Knochensubstanz zum grössten Theile vernichtet.

24. Der Zahn ist vollkommen im Kiefer verborgen, liegt dem Alveolarrande aber so nahe, dass er durch denselben hindurchschimmert.

Er ist unregelmässig geformt, 6 mm lang und 2—3 mm dick und steckt lose im Kiefer. Er wurde in 5 Scheiben zerlegt. Er besteht fast nur noch aus Knochensubstanz mit unbedeutenden Dentinresten.

Dieser Zahn beweist uns demnach, dass die Wucherung des Knochengewebes so hochgradig werden kann, dass sie fast alles Zahngewebe verdrängt.

25. Der Zahn ist vollkommen im Kiefer verborgen, liegt dem Alveolarrande aber so nahe, dass man ihn durch die dünne Knochendecke hindurchschimmern sieht.

Der Zahn ist ca. 5—6 mm lang und 3—4 mm dick. An seiner lateralen Seite hängt er innig mit der Mandibularcompacta zusammen. Er wurde sammt dem Kiefer zersägt und in 5 Scheiben zerlegt.

Der ganze Zahn ist in eine einzige Knochenmasse umgewandelt, nur an einer Stelle befindet sich (ungefähr in der Mitte des Zahnes) noch ein ganz kleiner, auf dem Querschnitt oval erscheinender Dentinrest, dessen Längsdurchmesser ca. 0·7 und dessen Querdurchmesser ca. 0·5 ^{mm} beträgt. — Die Knochenkörperchen sind zum Theil normal, zum Theil abnorm vergrössert und theils parallel zur Oberfläche gelagert. — An einer Stelle treten concentrische, dicht an einander liegende Lamellensysteme auf.

Aus dem Befunde bei diesem Zahne lassen sich dieselben Schlüsse wie beim vorbeschriebenen Zahne ziehen.

26. Der Zahn stellt ein kleines, im Kiefer verborgenes, längliches, compactes (Knochen-) Gebilde dar, das etwas heller als seine Umgebung erscheint und nur lose mit dem Kiefer verbunden ist, sodass es in einer besonderen Höhle zu liegen scheint. Er wurde in 5 Scheiben zerlegt.

Die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dass das Ganze aus Knochengewebe besteht; nur an einer Stelle findet sich noch eine dentinähnliche Masse.

Der Befund führt zu denselben Schlüssen wie bei beiden vorbeschriebenen Zähnen.

27. Der vollkommen im Kiefer verborgene Zahn besitzt die Grösse und Form eines Weizenkornes.

Von der Alveole ist der Zahn locker umgeben, nur an einer Stelle nahe der Wurzel ist er fester mit dem Knochen verbunden. Er wurde in fünf Scheiben zerlegt.

Der Zahn besteht fast nur aus Knochengewebe, in dem sich Inseln einer streifigen Masse befinden, die an Dentin- resp. an Schmelzsubstanz erinnern, ohne aber den ausgesprochenen Charakter einer dieser beiden Substanzen zu zeigen. — In der Knochensubstanz befinden sich Blutgefässe. Die Knochenkörperchen sind gegen das Centrum hin unregelmässig geformt und unregelmässig angeordnet, gegen die Peripherie hin jedoch mehr oder weniger parallel zur Oberfläche gerichtet.

Aus dem Befunde bei diesem Zahne lassen sich dieselben Schlüsse, wie bei den 3 vorbeschriebenen ziehen, ja man muss sogar noch weiter gehen und auf Grund dieses Befundes (ebenso wie beim vorhergehenden Zahne) schliessen, dass bei retinirten Zähnen durch die wuchernde Knochensubstanz allmählich die ganze Dentinsubstanz vernichtet werden kann.

28. Der in Betracht kommende Zahn stellt ein reichlich stecknadelkopfgrosses Gebilde dar, das im Kiefer verborgen, aber nur von einer sehr dünnen Knochenlamelle bedeckt ist und zu einer Hervorwölbung des Alveolarrandes an der betreffenden Stelle geführt hat. Von diesem Gebilde konnte nur eine einzige Scheibe geschliffen werden. Dieselbe besteht lediglich aus Knochengewebe, welches eigenthümlich geformte Knochenkörperchen

enthält; die letzteren sind gleichmässig und ohne bestimmte Anordnung gelagert. In der Mitte des Ganzen befindet sich ein Blutgefässcanal, der von concentrischen Knochenlamellen umgeben ist.

Man muss annehmen, dass das beschriebene Gebilde thatsächlich einen retinirten Zahn darstellt, da es in einer besonderen Höhle sich befand, ein in sich abgeschlossenes, auf der Oberfläche glattes Ganzes bildete, das vollkommen das Aussehen eines retinirten Zahnes zeigte und nur lose mit dem übrigen Knochen verbunden war.

Handelt es sich in diesem Falle aber wirklich um einen Zahn, so beweist uns der mikroskopische Befund, dass thatsächlich die wuchernde Knochensubstanz die ganze Dentinsubstanz verdrängt hat.

29. Der Zahn ist vollkommen im Kiefer verborgen, an letzteren jedoch nur locker befestigt.

Seine Länge beträgt 6 ^{mm}, seine Dicke 4—5 ^{mm}, nach beiden Enden zu verjüngt er sich allmählich. Er wurde in 4 Scheiben zerlegt.

Der ganze Zahn besteht nur noch aus Knochengewebe. Die Knochenkörperchen sind unregelmässig gelagert, sonst ziemlich normal; Havers'sche Canäle sind nicht vorhanden.

Man muss dieses Gebilde aus den beim vorbeschriebenen Zahn auseinander gesetzten Gründen ebenfalls für einen retinirten Zahn halten und aus dem mikroskopischen Befunde dieselben Schlüsse ziehen, wie bei Zahn 28.

30. Der vermuthliche Zahn ist nur wenig mehr als stecknadelkopfgross, ein wenig in die Länge gezogen und ziemlich fest an die Kiefercompacta angelagert, aber scharf begrenzt.

Die mikroskopische Untersuchung ergiebt, dass es sich in dem vorliegenden Falle wahrscheinlich nicht um einen retinirten Zahn handelt.

Schlussbetrachtung.

Die nachstehende Schlussbetrachtung soll sich nicht nur auf die Ergebnisse der mikroskopischen, sondern auch auf die der früheren makroskopischen und statistischen Beobachtungen beziehen.

Den eigentlichen Anlass zu den Untersuchungen gab eine Anfrage des Herrn Geheimrath Prof. Virchow darnach, ob sich in den Museen unserer Anstalt Praeparate mit retinirten Zähnen befänden. Da in unseren Sammlungen kein derartiges Praeparat zu finden war, so wurde beschlossen, nunmehr nach retinirten Zähnen zu suchen. Da die allgemeine Regel gilt, dass bei männlichen Pferden Dentes canini vorhanden sind, dass diese aber den weiblichen Pferden fehlen, so lag der Gedanke nahe,

festzustellen, ob bei Stuten die betreffenden Zähne überhaupt nicht gebildet, oder ob dieselben zwar angelegt, aber später in der Entwicklung gehemmt werden und deshalb im Kiefer zurückbleiben. Diese Frage war in erster Linie zu lösen. Es erschien daneben aber auch geboten festzustellen, ob die oben angegebene Regel in Bezug auf das Fehlen der Dentes canini bei Stuten richtig sei. Desshalb wurde die Arbeit in einen statistischen und einen mikroskopischen Abschnitt zerlegt.

1. Statistisches und Makroskopisches.

Es sind nahezu 8000 lebende Stuten, über 8000 Wallache und circa 100 Hengste auf das Vorkommen von Hakenzähnen untersucht worden. Alle Thiere waren älter als $4^1/_2$ Jahre. Die Hengste besassen zu 99 Procent alle 4 Hakenzähne und zwar in gut ausgebildetem Zustande. Von den Wallachen waren ca. 98 Procent mit allen 4 Haken ausgerüstet.

Bei 8222 Wallachen, die 32 888 Dentes canini haben sollten, fehlten 206 dieser Zähne. Unter 4000 Wallachen fanden sich nur 2, welchen alle 4 Hakenzähne fehlten. Die Hakenzähne der Wallache sind meist nicht so gross und nicht so gut ausgebildet als bei den Hengsten.

Von den Stuten besassen nur 2—3 Procent 4 durchbrochene Dentes canini. Einzelne Hakenzähne kamen dagegen bei 25—30 Procent aller Stuten vor; sonach besitzen 70—75 Procent aller Stuten überhaupt keine deutlich durchgebrochenen Dentes canini.

Die oberen Zähne fehlen viel häufiger als die unteren. Bei 25—30 Procent der mit Haken ausgerüsteten Stuten kommen auf jede Stute ungefähr $1^3/_4$ Haken und zwar $1^1/_2$ untere und $^1/_4$ obere, denn bei 1581 Stuten fand man 386 obere und 2159 untere Haken vor. Es kommt also auf 5—6 untere Haken erst 1 oberer; nur 6—7 Procent der Stuten haben obere Haken.

Die Stuten im mittleren Lebensalter sind öfters (in 25—30 Procent) mit Hakenzähnen versehen, als die Stuten im höheren Lebensalter (in 20—26 Procent). Dies beweist, dass bei älteren Stuten Haken ausfallen.

Die Dentes canini der Stuten sind im allgemeinen klein; nur selten erreichen sie eine bedeutendere Grösse; sie bleiben stets kleiner, als die der Wallachen. Oft ist der durchgebrochene Theil so klein, dass er kaum nachweisbar und zuweilen noch von der Schleimhaut verdeckt ist.

Dass die Untersuchungen an lebenden Thieren so bedeutend ausgedehnt werden, dass also über 16 000 Pferde untersucht werden konnten, verdanken wir der liebenswürdigen Zuvorkommenheit einiger Corpsrossärzte (den Hrn. Dr. Born, Jacob, Keller und Zorn) und einiger Gestütsthierärzte und

Gestütsinspectoren (den Hrn. Priester, Schultze, Schaumkell, Töpper und Wagner).

In Bezug auf den Durchbruch der Hakenzähne haben wir Folgendes festgestellt. Bei Hengsten erfolgt der Durchbruch der unteren Haken zwischen $3^1/_2$ und 4 Jahren, der der oberen etwas später, sodass er bei der Hälfte der Hengste erst im 5. Lebensjahre erfolgt. Auch bei Wallachen sind die unteren Haken bei vollendetem 4. Lebensjahre fast alle durchgebrochen; die oberen brechen theilweise später, also auch im 5. Lebensjahre durch. Die Stuten verhalten sich ähnlich.

Ausser lebenden Pferden wurden 300 Kiefer (150 Unter- und 150 Oberkiefer) von gestorbenen und geschlachteten Stuten auf das Vorkommen von Hakenzähnen überhaupt, namentlich aber daraufhin untersucht, ob sich in den scheinbar hakenlosen Kiefern nicht verborgene, d. h. retinirte Zähne vorfänden.

Die Kiefer stammten fast durchgängig von alten Thieren.

In den 300 Kiefern, welche bei Hengsten 600 Haken enthalten haben würden, wurden 156 Hakenzähne gefunden; von diesen waren aber fast $^2/_3$ nicht durchgebrochen, sondern im Kiefer eingeschlossen. 24 Haken sassen oben und 131 unten. Gut durchgebrochen waren von den 156 Haken nur 54.

Später wurden nochmals 28 Kiefer (14 Ober- und 14 Unterkiefer) von 14 Pferden, von denen 4 noch junge Thiere waren, untersucht. Es waren 29 Haken also 60 Procent der Haken vorhanden; von diesen waren 10 Procent (6 Stück) retinirt.

Bei einer beträchtlichen Anzahl der Kiefer fand man ungefähr an der Stelle, wo die Hakenzähne gewöhnlich sitzen, eine kleine, circumscripte, kegelförmige Knochenauftreibung. Diese täuscht oft einen, unter der Schleimhaut verborgenen Haken vor. Die vollständig im Kiefer eingeschlossenen, retinirten Zähne waren von verschiedener Gestalt und meist von geringer Grösse; sie waren entweder länglich (cylindrisch, kegelförmig, stiftförmig) oder kugelig. Sie waren zum Theil am Alveolarrande, zum Theil an der medialen Seite nur von einer ganz dünnen Knochenplatte bedeckt; sie waren zum Theil aber auch tief verborgen.

Sie lagen locker in Knochenhöhlen oder waren fest mit dem Knochengewebe verschmolzen und zwar entweder an einzelnen Stellen oder (selten) rundum, oder sie waren von einer markähnlichen, bisweilen auch bröcklichen Masse umgeben. Ein bindegewebiger Zahnsack, eine Alveolodentalmembran, konnte nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden. Zuweilen fand man an den Stellen, wo Zähne zu vermuthen waren, kleine mit Flüssigkeit und körnigen Massen oder mit gallertigen Substanzen gefüllte Höhlen oder derbere Knochengebilde (Knochenkerne).

2. Mikroskopisches.

Wir haben oben unterschieden zwischen Zähnen, die vollständig retinirt waren, und solchen, welche den Kiefer durchbrochen hatten; zu letzteren rechneten wir auch diejenigen, bei denen der durchgebrochene Theil kaum über den Kieferrand hervorragte. Der Befund der mikroskopischen Untersuchung war bei beiden Arten der Zähne im Princip ein ziemlich gleicher; nur dass bei den retinirten Zähnen der gegen dieselben gerichtete Zerstörungsprocess in der Regel weiter vorgeschritten war. Die durchgebrochenen Zähne bestanden, wie in der Einleitung schon bemerkt, meist aus allen drei Zahnsubstanzen, während den retinirten Zähnen die Schmelzsubstanz in den meisten Fällen fehlte. Den Schmelzbelag haben wir vielfach leider nicht untersuchen können, weil derselbe häufig mitsammt dem ihn überziehenden Knochengewebe beim Sägen und Schleifen absplitterte. Immerhin haben wir bei einer Anzahl von Zähnen das Verhalten dieser Substanz constatiren können. Die Dentinsubstanz fand sich stets im Zahninnern und war umgeben von Knochensubstanz.

Bei allen untersuchten Zähnen wurde übereinstimmend eine Wucherung des Knochengewebes auf Kosten der anderen Zahnsubstanzen nachgewiesen (vergl. Fig. 1—5). Bei normalen Hakenzähnen verhält sich die Dicke des Cementmantels zum Gesammtdurchmesser des Dentins bei Stuten wie 1 : 6—8. Bei den von uns untersuchten retinirten Zähnen wurde oft das Verhältniss des Knochenmantels zum Dentin wie 1 : 3 oder 2 oder 1 : 1 festgestellt. Ja bei einigen Zähnen war der Knochenmantel sogar dicker als der ganze Dentinkern; bei ganz wenigen war letzterer bis auf Spuren oder ganz verschwunden.

Nach den Ergebnissen unserer Untersuchungen kann es keinem Zweifel unterliegen, dass das wuchernde Knochengewebe sowohl das Email als das Zahngewebe zum Schwinden bringt. Bei einem Theile der Zähne ist das Knochengewebe scheinbar ganz gleichmässig gewuchert und hat einen gleichmässig dicken Knochenmantel als äusserste Zahnhülle gebildet. Beim genaueren Beobachten bemerkt man an der Oberfläche der andern Zahnsubstanzen kleine, flachgrubige Vertiefungen, in welche das Knochengewebe eingedrungen ist.

Bei anderen Zähnen beobachtet man, dass die Knochensubstanz zapfenartige Fortsätze in die Dentinsubstanz hineinsendet, welche zum Theil den Dentinkern oder (selten) die Schmelzsubstanz durchziehen (vergl. Fig. 2 und 3). Oft sind die Fortsätze sehr breit ($^1/_3$—$^1/_2$ der Dentinoberfläche) sodass unter Umständen ein sehr erheblicher Theil der Zahnsubstanz vernichtet wird; es fehlt dann bisweilen $^1/_3$,

ja die ganze Hälfte der Dentinmasse. Das Knochengewebe reicht in diesen Fällen auf der betr. Seite bis zur ursprünglichen Dentinaxe.

Bei einer dritten Art von Zähnen ist das Knochengewebe von der Wurzel aus, an dem Axengefäss entlang, in die Axe des Dentins hinein gewuchert (vergl. Fig. 5).

In der Wurzel des Zahnes befindet sich meist ein dünner Axenkanal mit einem Längsgefässe, welches von etwas Bindegewebe umgeben ist. Das Knochengewebe wuchert nun von der Wurzelöffnung des Kanals aus in Form eines dünnen knöchernen Gefässmantels in dem Zahne in die Höhe. Das Gefäss bleibt zunächst ungestört. Das Wurzelende dieser Zähne besteht in der Regel nur aus Knochengewebe. Der Gefässmantel wird allmählich dicker, das heisst er wächst gegen das Dentin vor und bildet flache Einbuchtungen in dasselbe. Das Dickenwachsthum ist in der Regel am grössten am Wurzelende und nimmt nach dem Kronenende zu allmählich ab, sodass der axiale Knochenkern in der Regel die Form eines Kegels besitzt, dessen Basis am Wurzelende des Zahnes sich befindet. Bei manchen Zähnen treibt der axiale Knochenkegel auch Zapfen vor, die den äusseren Knochenmantel erreichen. — Nicht bei allen diesen Zähnen dürfte die axiale Knochenwucherung von dem Wurzelende aus stattfinden. Es scheint zweifellos, dass in anderen Fällen das periphere Knochengewebe von der Seite aus Zapfen bis zum Centralkanal vortreibt und dadurch eine Knochenwucherung um denselben einleitet.

Bei einer vierten Art von Zähnen besteht sowohl die Wucherung des Knochengewebes von der Axe, als auch die von der Peripherie aus (vergl. Fig. 1). Beide Knochenmäntel wachsen gleichmässig oder in Form von Fortsätzen und erreichen entweder einander, sodass an den betreffenden Stellen und schliesslich sogar am ganzen Zahne das Dentin zum Schwinden gebracht wird.

Wie hochgradig die Wucherung des Knochengewebes werden kann, das beweisen uns einige Zähne (z. B. 24, 25, 26, 27), bei denen nur noch Spuren von Dentingewebe vorhanden waren. Bei 2 Zähnen (28, 29) fehlte dieses sogar ganz.

Die Abgeschlossenheit dieser Gebilde gegen die Umgebung, die Lage in einer Höhle des Kiefers an derselben Stelle, an welcher sich sonst die retinirten Zähne befinden, die Gestalt der Gebilde und der mikroskopische Bau derselben liessen es zweifellos erscheinen, dass es sich um retinirte Zähne handelte.

Zuweilen bemerkt man Inseln von Knochengewebe mitten in der Dentin- oder Emailsubstanz (vergl. Fig. 5). Es ist fraglich, ob es sich in diesen Fällen um Knochengewebe handelt, welches spontan hier entstanden ist, oder ob die sogenannten Inseln etwa quer oder schräg

geschnittene Zapfen der Knochenhülle sind, welche die isolirten Knocheninseln vortäuschen.

Das Knochengewebe ist meist recht innig mit dem Email und dem Dentin verbunden. In seiner Struktur ist es sehr verschieden. In der Regel liegt um den Dentincylinder ein Knochenmantel der aus concentrischen Knochenlamellen mit den entsprechenden Lagen von Knochenkörperchen besteht (vergl. Fig. 1—3). Dies Gewebe erscheint durchaus normal und ist in den meisten Fällen frei von den Havers'schen Kanälen; in anderen Fällen sind allerdings solche Kanäle vorhanden.

An verschiedenen Stellen der Zähne (siehe die Einzelbefunde) ist das Knochengewebe nicht normal. Die Knochenkörperchen sind dann sehr unregelmässig gelagert und gestaltet, meist grösser als normal und senden sehr viele deutliche Fortsätze aus, die oft förmliche Büschel darstellen, ja zuweilen in solcher Menge parallel untereinander nach einer und derselben Seite verlaufen, dass das Gewebe ein ganz eigenartiges Ansehen bekommt und mehr oder weniger dem Dentin ähnelt. Dies Gewebe enthält meist Gefässe. — An anderen Zähnen stösst man auf ein Knochengewebe, welches grosse, unregelmässig gestaltete, mit blossem Auge sichtbare Lücken (Knochenlacunen, Knochenaushöhlungen) besitzt (vergl. Fig. 5). Sie stehen mit zahlreichen Fortsatz-Kanälchen in Verbindung, enthalten vielfach Blutgefässe und Bindegewebe und sind meist von mehreren Reihen concentrisch geordneter Knochenkörperchen umgeben (Substantia ossea porosa). — An einigen Stellen ist das Knochengewebe kaum als solches zu erkennen, es erscheint körnig oder streifig und enthält wenig Hohlräume; an anderen Stellen sind die Hohlräume länglich, röhrenähnlich und verbinden sich durch Fortsatze miteinander. Die Grenze zwischen Knochensubstanz und Dentin ist immer deutlich; aber nicht überall besteht eine scharfe Scheidung durch eine Grenzschicht. Namentlich da, wo das poröse Knochengewebe in das Dentin hineinwuchert, fehlen Grenzschicht und Interglobularräume.

Die Zahnsubstanz zeigt meist eine normale Beschaffenheit. Manchmal findet man, dass das Dentingewebe sich verändert und ein mehr gleichmässiges oder sogar ein körniges Aussehen angenommen hat. Auch bemerkt man wohl das Auftreten von Körnchen und Stäbchen in den Zahnröhrchen (Zerfallsmassen der Zahnfasern?) Eine grössere Zahnhöhle im Innern der Dentinsubstanz vermochten wir bei keinem Zahn zu constatiren. Wohl war aber bei den meisten Zähnen ein enger Axenkanal mit einem Blutgefäss und etwas Bindegewebe vorhanden.

Die Schmelzsubstanz erscheint meist von regelmässiger Beschaffenheit, aber auch sie wird bisweilen gleichmässig, sodass die Fasern kaum wahrzunehmen sind.

In beiden Substanzen können Knochenkörperchen in kleinen Inseln, Streifen, länglichen Zügen u. s. w. auftreten und dadurch das Ansehen der Substanzen wesentlich verändern.

Der Sieg des Knochengewebes gegenüber den beiden anderen, doch erheblich härteren Substanzen erklärt sich leicht aus der Gefässhaltigkeit und dem grossen Nährboden dieses Gewebes. In dieser Richtung stimmen unsere Beobachtungen wesentlich mit denen Zuckerkandl's[1] überein.

Auf die über den Schipkakiefer zwischen Virchow[2] und anderen Forschern bestehenden Controversen über das Verhalten retinirter Zähne wollen wir hier nicht eingehen, weil es sich bei den von uns untersuchten Zähnen nicht um krankhaft retinirte Zähne handelt. Die bei Stuten vorkommende unvollkommene Ausbildung, respective spätere Rückbildung der Hakenzähne ist gewissermassen ein physiologischer Vorgang. Die Ausbildung der Hakenzähne ist ein Geschlechtsmerkmal, ein secundärer Sexualcharacter.

Es wäre noch die Frage zu erörtern, ob bei allen Stuten die Hakenzähne angelegt werden, ob also bei denjenigen Stuten, bei welchen man keine Spur derselben findet, die Ursache dieser Thatsache in einer Rückbildung und zwar in einer der von uns beschriebenen Art zu suchen ist. Nach unserer Meinung kann es keinem Zweifel unterliegen, dass bei jedem Pferde die Anlage der Hakenzähne vorhanden ist, und dass auch deren Entwicklung bei jedem Individuum beginnt. Bei den weiblichen Thieren tritt in der Regel während irgend einer Periode der Entwicklung ein Stillstand, eine Hemmung in der Entwicklung ein. Dieser Hemmung folgt dann der von uns beschriebene Zerstörungs- resp. Rückbildungsvorgang. Ist die Entwicklungshemmung frühzeitig eingetreten, dann erreicht der Zerstörungsprocess bald sein Ziel. Man findet dann in dem betreffenden Kiefer keine Spur eines Hakenzahnes. Tritt die Entwicklungshemmung spät ein, dann werden die Befunde festgestellt, wie wir dieselben beschrieben haben.

---

[1] Zuckerkandl, Ueber Zahnretentionen. *Wiener medic. Jahrbücher.* 1885.

[2] Virchow, Der Kiefer aus der Schipkahöhle und der Kiefer von La Naulette. *Zeitschrift für Ethnologie.* 1882. S. 277.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. III.)

Der Einfachheit halber ist in den Abbildungen die Zahnsubstanz durch längere, geschwungene Striche, die Knochensubstanz durch kurze, stäbchenartige, fast punktförmige Striche markirt worden.

Fig. 1. Abbildung einer Scheibe von Zahn 7. Der periphere Knochenmantel (Cementsubstanz) (*a*) ist in Folge einer fast gleichmässigen Wucherung stark verdickt; ausserdem befindet sich um das weite Axengefäss (*b*) eine centrale Knochenwucherung (*c*), welche an einer Seite mit der peripheren in Verbindung steht, sodass die Dentinsubstanz hier ganz fehlt und die Fasern der übrigen Zahnbeinsubstanz nur noch nach einer Seite hin verlaufen. Bei *d* ist ein starkes Blutgefäss des centralen Knochenkegels sichtbar.

Fig. 2. Abbildung einer Scheibe von Zahn 14. Der periphere Knochenmantel (Cementsubstanz) (*a*) ist gewuchert und in Folge dessen stark verdickt; an 2 Stellen (*b, b*) treibt er zapfenartige Fortsätze in die Dentinsubstanz, deren Fasern von einem Axenkanal (*c*) aus nach allen Seiten verlaufen.

Fig. 3. Abbildung einer Scheibe von Zahn 15. Der verdickte periphere Knochenmantel (*a*) treibt einen starken Fortsatz (*b*) in die Dentinsubstanz hinein; letzterer reicht bis nahe an den Axenkanal *c*.

Fig. 4. Abbildung einer Scheibe von Zahn 20. Die Dentinsubstanz (*c*) ist durch die sowohl vom Centrum (*b*) als von der Peripherie (*a, a, a*) aus wuchernde Knochensubstanz zum grössten Theile verdrängt, an einer Seite sogar gänzlich; vereinzelte Knochenkörperchen wuchern in die Dentinsubstanz hinein. Der periphere Knochenmantel ist in Folge der Wucherung sehr stark verdickt.

Fig. 5. In der Axe des Zahnes befindet sich wuchernde Knochensubstanz (*a*) In der Dentinsubstanz treten verschiedene grosse Knocheninseln (*b, b, b*) auf; der periphere Knochenmantel (*c*) ist nur wenig oder gar nicht verdickt, zeigt aber zum grösseren Theile (bei *d, d, d*) eine spongiöse Beschaffenheit; dieses spongiöse Gewebe wuchert an einzelnen Stellen fortsatzartig in die Dentinsubstanz hinein.

Zur topographischen Anatomie des Leistenschenkelbuges. Fascien und Schenkelcanal.

Von

Dr. G. Swijasheninow
in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel IV und V.)

(Aus dem I. anatomischen Institut zu Berlin.)

Der Verlauf und die Verbindung der Fascien im Leistenschenkelbug und hauptsächlich das Verhältniss derselben zu der Lacuna vasorum und zur Scheide der Schenkelgefässe beschäftigte seit langem die Anatomen und Chirurgen. Keineswegs ist jedoch eine Uebereinstimmung der Ansichten erzielt worden.

In Anbetracht dessen und bei der Wichtigkeit des Gegenstandes, bin ich der an mich ergangenen Aufforderung zur Untersuchung der Fascien der Leistenschenkelgegend behufs genauer Bestimmung ihrer gegenseitigen Beziehungen und besonders der Rolle, welche sie bei der Bildung der Scheide der Schenkelgefässe spielen, gern nachgekommen. Bei dieser Gelegenheit sage ich Hrn. Prof. Dr. Waldeyer meinen aufrichtigen Dank, sowohl für das mir übergebene Thema, für seine Rathschläge und Hülfe, wie auch für die liebenswürdige Ueberlassung von Material.

Die Untersuchung der Fascien in der vorliegenden Arbeit erstreckt sich hauptsächlich auf das Trigonum Scarpae; es ist jedoch unmöglich diese Fascien hier ohne Zusammenhang mit den benachbarten Theilen in der Fossa iliaca und im Triangulus inguinalis zu betrachten; ausserdem wäre es ungenau, den Schenkelcanal als zum Trigonum Scarpae allein gehörig zu betrachten, weil die Eingangsöffnung des Canals eigentlich zwei Gegenden angehört: dem Trigonum Scarpae und der Fossa iliaca, oder anders ausgedrückt, sie befindet sich an der Grenze, wo drei Regionen aneinander stossen: das Trigonum Scarpae, der Triangulus inguinalis und die Fossa iliaca.

Als Material für meine Arbeit dienten mir 14 männliche und weibliche Leichen. Darunter befanden sich folgende Fälle von Hernien: eine beiderseitige Cruralhernie nnd eine linke Hernia inguinalis externa bei einer alten Frau; eine linksseitige Cruralhernie bei einem erwachsenen Manne; eine beiderseitige Scrotalhernie bei einem Greise; eine rechtsseitige Hernia inguinalis interna bei einem jugendlichen Subject. — Die genannten Regionen wurden schichtenweise praeparirt und topographische Durchschnitte gemacht, im Ganzen 27 Praeparate. Bei einigen Leichen waren die Schenkelgefässe injicirt. In derselben Weise wurden ferner 15 Kinderleichen (30 Praeparate) im Alter 6 Monaten bis zu 2 Jahren untersucht; ein Theil der letztgenannten Praeparate war in Gestalt von halben Becken mit der oberen Hälfte des Oberschenkels vorher ziemlich lange Zeit in Spiritus aufbewahrt worden. 36 Praeparate endlich des Leistenschenkelbugs wurden in Celloidin-Serienschnitten untersucht. Die Praeparate zur Celloidinbearbeitung stammten von Kindern im Alter von 9 Monaten bis herab zu Foeten von etwa 6—4 Monaten des intrauterinen Lebens.

Die Schnitte wurden meistens in sagittaler Richtung angefertigt, und zwar so, dass auch die Schenkelgefässe auf einer möglichst weiten Strecke der Länge nach getroffen wurden. Ausserdem habe ich die Gegend auch an Serien horizontaler Querschnitte untersucht. Ein Theil der Serienschnitte wurde aus freier Hand mit einem grossen Rasirmesser angefertigt; die Dicke der Schnitte betrug $^1/_2$—$^1/_4$ ^{mm}; etwas mehr als die Hälfte der Praeparate wurde mittels des Becker'schen Mikrotoms (grosses Modell) gewonnen. Der Dickendurchmesser der Schnitte betrug bei diesen Praeparaten $^1/_5$—$^1/_{10}$ ^{mm}. Feinere Schnitte boten keine Vortheile dar. Die Schnitte wurden in Glycerin untersucht, bei einer Vergrösserung von 7—15 und in manchen Fällen mit 50facher Vergrösserung (Zeiss, Ob-AA Oc. 2).

Nach diesen Bemerkungen über das Untersuchungsverfahren wende ich mich jetzt zuerst der topographischen Bestimmung des Leistenschenkelbuges zu.

Ich halte es für passend die Benennung „Leistenschenkelbug“ (région inguino-crurale Nicaise und Paulet) beizubehalten. Die äusseren Begrenzungen dieser Gegend sind zwei willkürliche, quer-horizontale, oben durch die Spina anterior superior oss. ilei und unten zwischen dem oberen und mittleren Drittel des Oberschenkels gezogene Linien; die letztgenannte Linie entspricht ungefähr dem unteren Winkel des Trigonum Scarpae. Ich glaube, dass eine genaue Bestimmung der seitlichen Grenzen dieser Region nicht nöthig ist. Die Eintheilung des Leistenschenkelbuges in zwei Dreiecke: Trigonum inguinale und Trigonum Scarpae oder crurale, hat nur eine nebensächliche Bedeutung, um so mehr, da die Gegend des Leistenschenkelbuges topographisch gemeinschaftlich mit der Fossa iliaca interna (Hyrtl) studirt werden muss. Für die Betrachtung des Leistenschenkelbuges als ein Ganzes liegt ausser der Gemeinschaftlichkeit einiger der ihn constituirenden Theile noch eine andere Veranlassung vor. Wir haben hier eine gewisse Analogie mit anderen Beugegegenden des Körpers, wie mit

der Ellbogenbeuge und der Kniekehle sowie auch mit der Fossa axillaris. (Velpeau, Blandin). Die Gefässe dieser Gegenden liegen zwischen convergent verlaufenden Muskeln oder Muskelgruppen, welche prismatische Räume zwischen sich freilassen. Die Gefässe liegen folglich ziemlich frei in der Nähe des Scheitels des Beugewinkels, wodurch ihnen vielleicht die Möglichkeit gegeben ist bis zu einem gewissen Grade seitlich auszuweichen, sobald sie bei Beugebewegungen erschlaffen und verhältnissmässig länger werden.

Die meisten Autoren definiren im topographischen Sinne die Gegenden des Leistenschenkelbugs übereinstimmend; nicht immer jedoch combiniren sie die Beschreibung derselben in der gleichen Weise. Einige führten eine abweichende Eintheilung der uns interessirenden Regionen ein, doch war dies meiner Ansicht nach weder nothwendig, noch bot es irgend welche Vortheile dar. Dasselbe kann man auch von einigen Benennungen sagen.

Ich muss hier bemerken, dass die Annahme einerseits einer Leistengegend über dem Poupart'schen Bande (Malgaigne, Hyrtl) und andererseits die der Existenz eines Triangulus inguinalis unter diesem Bande (dieselben und Richet), oder anders ausgedrückt: die Beschreibung der ganzen vorderen oberen Gegend des Oberschenkels unter dem Namen „région inguinale“ (Velpeau) zu einer Begriffsverwirrung führt. Warum sollte man nicht als „Trigonum inguinale“ dasjenige Dreieck benennen, wo der gleichnamige Canal liegt und dessen Grenzen das Poupart'sche Band, der äussere Rand des M. rectus abdominis und eine auf diesen senkrechte Linie von der Spina anterior superior bilden? Für das Trigonum Scarpae könnte man einfach den Namen „Trigonum crurale“ (besser „femorale“) beibehalten, welches dann auch den Canalis cruralis (femoralis) enthalten würde.

Bei den französischen Autoren finden sich gewisse Widersprüche in Bezug auf die Begriffe „région de l'aine“ und „pli de l'aine“. Dasselbe kann man auch von der Definition der „région de l'aine“ selbst sagen. Während die meisten Autoren (Velpeau, Malgaigne, Richet, Tillaux) darunter einen Theil des Leistenschenkelbuges und zwar den unterhalb des Poupart'schen Bandes gelegenen, verstehen, haben sich andere (Paulet und Nicaise) von dieser Ansicht losgesagt und verstehen unter „région de l'aine“ oder „région inguino-crurale“ den ganzen Leistenschenkelbug und meinen damit beide gegen einander gekehrte und einander benachbarten Gegenden des unteren Theiles des Bauches und des oberen Theiles des Schenkels. Richet ist in seinem Bestreben, den Gegenden eine genaue Benennung zu geben, noch weiter gegangen: für die über dem Poupart'schen Bande befindliche Partie erfand er, wahrscheinlich in Anbetracht der nahen Beziehung der Fossa iliaca zur Leistengegend, den Terminus „région ileo-inguinale,“ während er die Partie unterhalb des Poupart'schen Bandes

„région inguino-crurale" nannte, obgleich man dieselbe mit dem gleichen Recht auch „région iléo-crurale" benennen könnte.

Ferner scheint es mir unrichtig die Ausdrücke „Leistenbug" oder „Schenkelbug" beizubehalten und mit demselben, wie dies Hyrtl und Linhart thun, nur die Gegend unterhalb des Poupart'schen Bandes zu benennen. Ich wiederhole, dass es topographisch richtiger ist den Leistenschenkelbug als ein Ganzes zu betrachten und ihn in diesem Falle „Leistenschenkelbug" zu nennen; es wird dies nicht nur dem Wesen nach, sondern auch etymologisch richtiger sein, weil jede „Beuge" aus zwei Flächen bestehen muss.

Die wichtige practische Bedeutung der Gegend des Leistenschenkelbuges besteht sowohl in der Rolle, welche die hier befindlichen Räume bei der Entwicklung der Leisten- und Schenkelhernien spielen, als auch in der Lage und der Beziehung der Gefässe und des Samenstranges zu den Hernien und in dem Antheils, welchen verschiedene Aponeurosen und Bänder dieser Gegend an der Bildung der Hüllen von Bruchgeschwülsten und der sogenannten Bruchpforten haben. Das Poupart'sche Band mit seinen beiden (vorderen — wenn man will) Schenkeln für den äusseren (vorderen) Leistenring und mit einem hinteren[1] — oder Gimbernat'schen Band — ist hier von dominirender Bedeutung und bildet, in gleicher Weise wichtig sowohl für das Leisten- als auch für das Schenkeldreieck deren natürliche Abgrenzung.

Es würde mich zu weit führen, wollte ich mich ausführlicher einlassen in die verschiedenen Ansichten über die Bildung des Poupart'schen Bandes oder des Arcus femoralis und dessen unmittelbare Fortsetzung, das sogen. Ligamentum Gimbernati. Jedenfalls ist die Frage, ob das Poupart'sche Band selbstständige Fasern enthält oder ob es ausschliesslich vom unteren Rande der Aponeurose des M. obliquus externus gebildet wird, von keiner besonderen Bedeutung. Von einer Ausschliesslichkeit kann, glaube ich, schon deshalb keine Rede sein, weil mit dem Arcus femoralis aponeurotische Blätter sowohl von der Bauchhöhle, als auch vom Schenkel her sich vereinigen; es haben folglich diejenigen Autoren, welche einzelne, besondere Faserzüge im Lig. Poupartii beschreiben, eine gewisse thatsächliche Veranlassung hierzu.

Bei meiner Untersuchung habe ich mein Augenmerk auf die Rückwärtsbiegung des unteren Randes der Aponeurose des M. obliquus externus in dessen medialer Hälfte gerichtet. Schon bei Kindern pflegt diese Um-

[1] Tillaux betrachtet das Ligamentum Collesii als hinteren Schenkel; Klaatsch (*Anat. Anzeiger*, 1888. Nr. 23—25) sieht das Ligamentum Collesii als Boden des äusseren Leistenringes an.

biegung und Verdickung deutlich ausgesprochen zu sein; die Biegung erscheint (auf Durchschnitten) hakenförmig, wie Graser[1] sagt. Besonders deutlich kann man diesen Haken und dessen Beziehung zu den hinter und über ihm liegenden Schichten an Sagittalschnitten durch die lacuna vasorum an Celloidinpraeparaten von 6—9 monatlichen Kindern sehen (siehe Fig. 7 H. und den Holzschnitt S. 55). Mitunter grenzt sich der Haken nach hinten mehr oder weniger deutlich ab, in anderen Fällen wieder verdünnt sich sein hinteres Ende allmählich; in beiden Fällen verbindet er sich mit der Fascia transversalis, welche jedoch hier ihren Verlauf nicht beendigt, sondern, von hinten her mit dem Haken verwachsend, sich weiter nach unten, vor den Gefässen hinzieht, wie ich später noch näher ausführen werde. Die beschriebene Umbiegung wird, meistens ohne Verdickungen, auch an Schnitten von 4—6 monatlichen Foeten beobachtet; man kann sie hier also wohl nicht gut nur durch die Abwesenheit von Zug erklären, welcher nach Klaatsch[2] von der im äusseren Theil mit dem Poupart'schen Bande fest verwachsenen fascia lata ausgeübt wird.

Man muss deshalb mit vollem Recht am Poupart'schen Bande einen vorderen Rand, (oder Winkel, oder eine Leiste) welcher durch die Umbiegungsstelle des Hakens gebildet wird, und einen hinteren Rand (das Ende des Hakens), welcher oft etwas nach oben sieht, unterscheiden. Mit dem vorderen Rande verwächst die Fascia lata und etwas nach unten verbindet sich mit dem Poupart'schen Bande das zweite oder tiefe Blatt der Fascia superficialis. Oftmals haftet diese jedoch unmittelbar an der Fascia lata. (Siehe Holzschnitt Seite 55.)

Durchaus nicht immer ist der hintere Rand des Poupart'schen Bandes deutlich ausgeprägt; davon habe ich mich durch schichtenweise Praeparation an Erwachsenen und an Kindern überzeugt. Wenn man nach Entfernung der oberflächlichen Fascie und der Drüsen zuerst einen Schnitt anlegt durch die Aponeurose des M. obliquus externus, parallel und einen Finger breit über dem vorderen Rande des Poupart'schen Bandes, ferner die Mm. obliquus internus und transversus nach oben abtrennt und dann vorsichtig einen auf den ersten senkrechten Schnitt durch das Lig. Poupartii und die mit ihm verwachsene Fascia lata führt, so sieht man, dass man ein neues aponeurotisches Blatt vor sich hat: dieses gehört der Fascia transversalis an. Verfolgen wir dasselbe oberhalb des Poupart'schen Bandes, so bemerken wir, dass mit ihm der sich verdünnende und nach oben gerichtete hintere Rand des Poupart'schen Bandes (der Haken) allmählich verschmilzt. Dieser Rand nähert sich von vorne der Fascia transversalis

[1] Graser, Die Unterleibsbrüche. Wiesbaden 1891.
[2] A. a. O. S. 686.

unter einem mehr oder weniger spitzen, nach unten offenen Winkel (siehe schem. Fig. S. 55). Von der Länge des Hakens und der Verbindungsart des hinteren Randes des Poupart'schen Bandes mit der Fascia transversalis hängt die Grösse und Form der Leistenrinne ab, und der oben erwähnte Verbindungswinkel mit der Fascia transversalis entspricht theilweise der unteren Fläche der Rinne; dieser Winkel bildet auch die Grenze, bis zu welcher eine in den vor den Gefässen — zwischen Fascia lata und der femoralen Fortsetzung der Fascia transversalis — befindlichen Zwischenraum injicirte Masse vordringt. Ueber diesen Zwischenraum werde ich noch Gelegenheit finden zu sprechen.

Zu dem oben über die Bedeutung des Leistenschenkelbuges Gesagten füge ich noch hinzu, dass das Hauptinteresse, welches das Trigonum femorale im angedeuteten Sinne beansprucht, im Studium der Lage der Gefässe, der Bildung ihrer Scheide und deren Beziehung zum Schenkelcanal besteht. Bis jetzt hat sich noch keine übereinstimmende Anschauung sowohl über die Gefässscheide, was darunter eigentlich zu verstehen sei, wie auch über den Schenkelcanal eingebürgert. Alle Autoren geben zu, dass der Begriff des Schenkelcanals aus der Beobachtung eines pathologischen Zustandes, nämlich der Schenkelhernie, hervorgegangen ist; die entstandene Aufgabe, die anatomischen Verhältnisse, welche die Entwicklung einer Schenkelhernie begünstigen, zu bestimmen, die Aufgabe, welche zur Beschreibung eines besonderen Canals — nach manchen Autoren sogar mit drei Oeffnungen — geführt hat, hat jedoch durch eine solche Lösung noch zu keiner wünschenswerthen Einheit der Anschauungen geführt.

Schon Malgaigne hat die Frage aufgeworfen: was ist eigentlich der Schenkelcanal? als was muss er angesprochen werden? Nicaise hat diese Frage wiederholt. Beide Autoren beantworteten sie in gleicher Weise, indem sie die Ansicht theilten, dass man eigentlich nur eine, und zwar obere Oeffnung am Schenkelcanal anzunehmen habe. Die ursprüngliche Anschauung, dass man es beim Canalis femoralis mit einem Zwischenraum zu thun habe, welcher unbedingt zwei Oeffnungen besitzen müsse, hat sich aber bis auf die neueste Zeit erhalten: Tillaux konnte sie nicht gänzlich aufgeben, Sappey hält an derselben Ansicht fest, ebenso auch Graser, welcher den Schenkelcanal als einen Herniencanal (pathologischer Canal — Nicaise) definirt.

Die Uneinigkeit, welche in den Ansichten über den Schenkelcanal herrscht, rührt zu einem nicht geringen Theile auch davon her, dass die Idendität dieses Begriffes, mit dem Begriff des gesammten Gefässraumes unter dem Arcus femoralis wohl kaum in genügender Weise von Allen gewürdigt worden ist. Dabei betrachteten die Einen den Canal als von einer aponeurotischen Gefässscheide gebildet, während ihn Andere als etwas besonderes, neben

der Gefässscheide Bestehendes, ansprachen. Andererseits wurden die Schwankungen der Ansichten wahrscheinlich auch durch den Umstand begünstigt, dass der in Umlauf gesetzte Begriff eines Schenkelgefässtrichters (trichterförmige Scheide) und der Antheil der Fascia transversalis an der Bildung derselben von Vielen als ein die Angelegenheit complicirender Umstand angesehen wurde; in Folge dessen sind die auf diesem Gebiete grundlegenden Untersuchungen von Cooper und seinen Nachfolgern: Thomson, Pirogoff, Linhart und Nicaise allmählich der Vergessenheit verfallen. Besonders schlecht ist es dabei der Fascia transversalis ergangen: durch Nicaise, welcher auf ihre Bedeutung für den oberen Theil der Schenkelgefässscheide wieder hingewiesen hat, ans Licht gezogen, ist sie in letzter Zeit in dieser Hinsicht wieder ignorirt worden. Richet spricht sich über sie zweifelnd aus und Graser z. B. erwähnt die Betheiligung der Fascia transversalis an der Bildung der zelligen Gefässscheide nur ganz kurz.

Die musculöse Grundlage des Trigonum femorale bilden die an der vorderen inneren Fläche des oberen Drittels des Oberschenkels convergent nach unten verlaufenden Mm. sartorius und adductor longus. An einem Praeparat, an welchem die Aponeurosen entfernt sind und der Arcus cruralis erhalten ist, sieht man, dass innerhalb des Trigonum sich ein zweites, kleineres Dreieck befindet, mit derselben Basis (Arcus femoralis) nach oben, dessen Schenkel die Mm. ileopsoas und pectineus bilden; dieses kleinere Dreieck heisst Trigonum ileopectineum oder Fossa ileopectinea.[1] Die Ränder dieses Dreiecks sind nicht so deutlich ausgesprochen wie die des Trigonum femorale, was die Veranlassung gegeben hat, ihn mit einer dreieckigen oder prismatischen Rinne zu vergleichen; diesen Charakter zeigt es aber nur an Muskelpraeparaten. Nehmen wir hingegen ein Praeparat, an welchem die die Muskeln bekleidenden Aponeurosen erhalten und nur die Gefässe mit allen diese umhüllenden Theilen entfernt sind, so erscheinen die Umrisse der Rinne, d. h. des mehr abgerundeten Gebildes jedenfalls deutlicher. Durchschneiden wir dann quer und schlagen die Bauchmuskeln und das Poupart'sche Band zur Seite, so sehen wir deutlich, dass die erwähnte Rinne und die sie auskleidende Aponeurose eine unter den Arcus femoralis sich erstreckende Fortsetzung der Fossa iliaca und der gleichnamigen Fascie ist und zwar gerade an der Stelle, wo von hinten und oben die Vasa iliaca externa in die Rinne eintreten. Velpeau, Malgaigne und Nicaise haben sich in ähnlichem Sinne schon ausgesprochen.

[1] Ich glaube, dass keine Veranlassung vorliegt, noch eine besondere Fossa ovalis der Autoren anzunehmen, welche einen Theil der Fossa ileopectinea bildet.

Das Schema zur Definition des Schenkelcanals, unter welches sich die Ansichten aller, auch derjenigen Autoren bringen lassen, welche ihn als innere Abtheilung der Lacuna vasorum ansprechen, da auch sie stets mit der Beschreibung der Wandungen der aponeurotischen Gefässscheide beginnen, besteht in Kurzem in Folgendem: Der Schenkelcanal ist ein mehr oder weniger dreieckiger, prismatischer Raum im oberen inneren Theil des Leistenschenkelbugs; die aponeurotischen Wandungen desselben, welche nicht überall gleich dick und fest sind, bilden die unmittelbare Fortsetzung der Begrenzung des sogen. „Schenkelringes," oder der oberen Oeffnung des Canals. Der Ring wird gewöhnlich als ein Dreieck mit abgerundeten Winkeln beschrieben, oder man misst ihm einen quer-elliptischen Umriss bei. Der Canal geht unten in den aponeurotischen Scheidenraum der Schenkelgefässe über (die untere oder dritte Oeffnung nach Anderen) und endet selbst auf der Höhe der Mündung der V. saphena interna (vordere oder äussere [zweite] Oeffnung). Sowohl die obere, als die vordere Oeffnung, die von denjenigen, die nur zwei Oeffnungen anerkennen, auch als untere bezeichnet wird, sind verschlossen und zwar die erstere durch das Septum crurale (besser „femorale") die zweite durch die Fascia superficialis resp. Fascia cribriformis. Durch beide Bildungen gehen Lymphgefässe hindurch. Durch die nach vorne sehende Incisura magna ossis innominati (oder durch den vorderen Rand dieses Knochens) und durch das zwischen den äusseren Punkten dieser Incisur (Spina anterior superior und Tuberculum pubis) ausgespannte Lig. Poupartii entsteht eine breite Oeffnung, welche durch den eigenartigen Verlauf und die Befestigung der Fascia iliaca in zwei Theile: Lacuna musculorum und vasorum nach Einigen, oder in einen Canalis iliacus und cruralis (femoralis) nach Anderen getheilt wird. Beide Zwischenräume mit den in ihnen enthaltenen Theilen haben ihren Ausgang am oberen Drittel des Oberschenkels, während der mediale (Lacuna vasorum) jedoch mit der Bauchhöhle in Verbindung bleibt, ist der laterale (Lacuna musculorum) von ihr völlig abgegrenzt. Es hängt dies von folgenden Umständen ab. Die der Bauchwandung, dem Becken und dem Oberschenkel angehörenden Aponeurosen verbinden sich fest und innig im lateralen Theil des Arcus femoralis;[1] in Folge dessen ist hier ein vollkommener Verschluss der Bauchhöhle vorhanden. Entsprechend dem medialen Theil des Poupart'schen Bandes bleibt jedoch eine Oeffnung (s. g. Schenkelring), da die Aponeurosen hier auseinanderweichen, um die Schenkelgefässe hindurchzulassen. Der Winkel, unter welchem sie auseinanderweichen, ist eben die laterale Grenze der Oeffnung; am medialen Ende des Poupart'schen Bandes, in

[1] Raphé fibreux — Nicaise. Besonders übersichtlich finden wir die Beziehungen der Aponeurosen zu einander bei Henle abgebildet.



nächster Nähe des Tuberculum pubis verschmelzen die Aponeurosen wieder direct oder mittelbar unter einander und mit dem Poupart'schen Bande.

Indem ich mich jetzt der Litteratur des Canalis femoralis zuwende, bemerke ich, dass wir schon bei Pirogoff, Linhart, Nicaise und Richet eine Zusammenstellung der Ansichten über die Bildung der Schenkelgefässscheide und des Schenkelcanals finden. In den Tafeln von Rosenmüller[1] und Langenbeck[2] treffen wir nichts, was den Schenkelcanal oder den Schenkelring betrifft; im erläuterndem Text zu diesen Tafeln ist sowohl dieser Bildungen, als auch der Gefässscheide mit keinem einzigen Worte Erwähnung gethan. Ich will diejenigen Autoren, welche über die Fortsetzung der Fascia transversalis bis unter das Poupart'sche Band gar nichts sagen, oder (wenige) dies nur nebenbei erwähnen, in Bezug auf ihre Ansichten über den Schenkelcanal folgendermaassen in Gruppen eintheilen. Die eine Gruppe schliesst sich an Scarpa an; zu dieser Gruppe gehören Autoren, welche den Schenkelcanal als innere Abtheilung der Lacuna vasorum ansprechen und zwar sind dies: Seiler, Lawrence, Hyrtl, Graser und Richet, obgleich letzterer sich theilweise durch eine eigenartige Ansicht über diesen Gegenstand auszeichnet. Zur zweiten Gruppe, mit Cloquet an der Spitze, gehören die meisten Autoren; sie sprechen die ganze Lacuna vasorum als Schenkelcanal an. Diese Gruppe zerfällt jedoch wieder in zwei Abtheilungen: die Einen, wie Cloquet, Velpeau,[3] Blaudin, Malgaigne, Hesselbach, Paulet, Henle beschreiben am Schenkelcanal zwei Oeffnungen, die Anderen: Cruveilhier, Sappey, Tillaux, sprechen nur von einer (oberen) Oeffnung.[4] Rüdinger, welcher eine etwas abweichende Stellung einnimmt, kann auch zur zweiten Gruppe gerechnet werden.

Scarpa[5] unterscheidet den aponeurotischen Scheidenraum der Schenkelgefässe vom Schenkelcanal selbst. Die Wandungen des ersteren beschreibt er in ziemlich ähnlicher Weise wie Cloquet (s. unten). Was den Canal selbst anbetrifft, so spricht Scarpa nur über seine besondere, schreibfederförmig zugeschnittene Gestalt und über seinen Anfang zwischen dem halbmond-

---

[1] Rosenmüller. *Chirurgisch-anatomische Abbildungen.* Weimar 1805.

[2] C. J. M. Langenbeck, Commentarius de structura peritonaei, testiculorum tunicis eorumque ex abdomine descensu in scrotum ad illustrandam herniarum indolem Annexae sunt XXIV tabulae aeneae. Gottingae 1818.

[3] Velpeau spricht auch den inneren Theil des Schenkelringes als eigentliche Oeffnung des Schenkelcanals an (S. 148).

[4] In dieser Hinsicht müssen auch Pirogoff, Linhart und Nicaise hierher gerechnet werden.

[5] A Scarpa, *Neue Abhandlungen über die Schenkel- u. Mittelfleischbrüche* etc. Uebersetzt u. verm. von B. Seiler. Leipzig 1822. S. 288—292, 303—304.

förmigen Rande des Lig. Gimbernati und der inneren Fläche der Vene. Der Canal ist deutlich getrennt von der aponeurotischen Gefässscheide, welche durch die einander zustrebenden Fascia iliaca und Fascia lata gebildet wird. Seiler, welcher Scarpa übersetzt und ergänzt hat, verfällt in Ungenauigkeiten: indem er den Schenkelcanal im Scarpa'schen Sinne auffasst, sagt er weiter, dass die Gefässe in ihm verlaufen und in Verbindung damit schreibt er über eine äussere Oeffnung des Schenkelcanales. Wie Scarpa, erwähnt auch er eine von der Fascia iliaca gebildete und von innen durch die Fascia transversalis verstärkte Scheide der Schenkelgefässe. Auf Tafel I[1] Fig. 3, ist diese Beziehung der Fascia iliaca zu den Gefässen beim Durchgang derselben unter dem Poupart'schen Bande abgebildet. Fig. 1 und 2 derselben Tafel zeigen den Schenkelring im Scarpa-Seiler'schen Sinne und die Gefässscheide von der Seite des Oberschenkels; die innere Seite der Vene ist durch nichts bedeckt und grenzt direct an den Schenkelring.

Im Atlas der italienischen Ausgabe von Scarpa[2] finden wir nichts den Schenkelcanal direct Betreffendes. Nur auf Tafel VIII ist eine eröffnete Schenkelhernie abgebildet, welche einen Bruchsack und noch eine Hülle zeigt, die, wie die hinzugefügte Erklärung besagt, dem subserösen Zellgewebe angehört. Die Fascia lata ist, nach aussen von der Hernie, vom Lig. Pouparti getrennt und die Schenkelgefässe liegen offen zu Tage.

Lawrence[3] hat über die Gefässscheide eine mit der Scarpa'schen übereinstimmende Ansicht. Den Schenkelcanal erwähnt Lawrence nicht, sondern nur den Schenkelring, welcher zwischen der Vene und dem dünnen hinteren Rande des Arcus cruralis — so nennt er den Rand des Lig. Gimbernati — liegt.

Hyrtl[4] spricht von einer querovalen „Schenkelgefässlücke“ und vom Schenkelring, oder von der inneren Oeffnung des Canales, welche den medialen Theil des ersteren, zwischen der Vene und dem halbmondförmigen Rande des Gimbernat'schen Bandes, einnimmt. Der Canal erscheint, wenn eine Hernie sich aus dem Schenkelring an der inneren Seite der Vene den Weg zu der durch den Rand des Processus falciformis begrenzten Oeffnung der Fascia lata bahnt. Die Gefässe haben schon in der Fossa iliaca eine gemeinschaftliche Scheide, welche von der ganzen Peripherie der Lacuna vasorum verstärkende Fasern erhält; diese Fasern laufen kegelförmig von der Fascia iliaca, transversalis und vom tiefen Blatt der Fascia lata bis zur Einmündungsstelle der V. saphena zusammen. Auf diese Weise entsteht nach Hyrtl ein Trichter („entonnoir“ der französischen Autoren). Bei einer Hernie gelangen die Eingeweide in diesen Trichter und sind von den Gefässen durch deren gemeinschaftliche Scheide getrennt.

---

[1] Kupfertafeln zu A. Scarpa's *Neuen Abhandl.* etc. Anleitung zu der Zergliederung der Leistengegend. Leipzig 1822.

[2] Antonio Scarpa, *Sull ernie. Memorie anatomico-chirurgiche.* Milano 1809. Text mit Atlas.

[3] Lawrence, *Abhandlung von den Brüchen* etc. Nach der 3. Aufl. übers. von G. Busch, Bremen 1818. S. 471—481.

[4] Hyrtl, *Handbuch der topographischen Anatomie.* Wien 1876. 6. Aufl. S. 513, 518, 531, 536.

Graser[1] theilt vollkommen Hyrtl's Ansicht über den Schenkelcanal.

Richet[2] beschäftigt sich eingehend mit dem Schenkelcanal. Er spricht die ganze Lacuna vasorum unter dem Arcus cruralis als obere erweiterte Oeffnung der aponeurotischen „gaine des vaisseaux-fémoraux“ an. Er theilt den genannten Raum in drei Abschnitte oder „loges“: eine arterielle, eine venöse und eine lymphatische ein und nur den letzteren Theil, die „loge lymphatique“ nennt er „entonnoir crural“ oder „infundibulum“; dieser hat eigene Wandungen und kegelförmige Gestalt; der Kegel endigt an der Mündung der V. saphena. Den Untersuchungen Thomsons über den Schenkelgefässtrichter (gâine concentrique) misst Richet keine besondere Bedeutung bei, obgleich auch er ähnliche Lageverhältnisse der Theile vorfand. Richet beschreibt auch eine besondere zellige Scheide der Schenkelgefässe und deren Zwischenwände.

Die erste Abtheilung der Autoren aus der zweiten Gruppe will ich mit Cloquet beginnen.

Die Wandungen des dreiseitigen Schenkelcanales sind nach Cloquet[3]: eine vordere, eine hintere innere und eine hintere äussere, gebildet durch das oberflächliche und das tiefe Blatt der Fascia lata und durch die Fortsetzung der Fascia iliaca;[4] letztere bedeckt den M. ileopsoas und fliesst hinter den Gefässen mit dem tiefen Blatt der den M. pectineus bekleidenden und sich an den vorderen Rand des os pubis befestigenden Fascia lata zusammen. Zwischen der vorderen und der hinteren äusseren Wand des Canales sind zwei Zwischenwände vorhanden, wodurch eine gesonderte Scheide für die Arterie und die Vene entsteht. Die obere Oeffnung des Canales ist durch eine besondere Membran in der Art eines Diaphragma verdeckt; Cloquet nennt sie „cloison membraneuse“, schlägt aber auch einen anderen Terminus — Septum crurale — vor. Sie nimmt nach Cloquet ihren Ursprung an der Peripherie der oberen Oeffnung des Canales, aus dem Zellgewebe hinter dem Gimbernat'schen Bande und vom äusseren Rande desselben. — Dieses Diaphragma ist nach oben concav und von Oeffnungen durchbrochen, von denen eine, die centrale, gross und von einer Lymphdrüse ausgefüllt ist.

Velpeau[5] beschreibt den Schenkelcanal als eine röhrenförmige, mit einer trichterförmigen Erweiterung beginnende Fortsetzung des vorderen unteren Theils der Fascia iliaca. Der concave Rand des Lig. Gimbernati neigt sich lateralwärts und setzt sich, in die tiefe Lamelle der Fascia lata übergehend, in die innere Wand des Canales fort. Die eigentliche (Velpeau

---

[1] A. a. O. S. 81—86.

[2] Richet, *Traité pratique de l'anatomie médico-chirurgicale*. 4. édit. Paris 1873. pp. 385—386; 436; 733—751.

[3] *Recherches anatomiques sur les hernies de l'abdomen*. Paris 1817. pp. 62—75.

[4] Nach Cloquets Ansicht könnte man die Fascia iliaca auch Fascia pelvis nennen, wenn man zu ihr auch den das kleine Becken auskleidenden Theil zählt. Andererseits erwähnt Cloquet auch, dass man die Fascia iliaca als Fortsetzung der Fascia lata unter den Arcus cruralis ansehen kann. Er spricht hier wahrscheinlich von dem Beckenursprung der Fascia lata (s. auch Henle).

[5] *Traité d'anatomie chirurgicale* etc. pp. 412—416, 420—421. 440—441.

nennt sie „fibröse") Gefässscheide liegt unmittelbar auf den Gefässen und wird von dem oberflächlichen Blatt der Fascia lata durch eine Schicht lockeren Bindegewebes getrennt; die Scheide wird durch die Fortsetzung der subperitonealen Schicht gebildet und vorne, vor ihrem Durchtritt unter dem Arcus femoralis, durch ein Blatt der Fascia iliaca[1] und unter dem Arcus femoralis ebenfalls durch eine besondere Lamelle des tiefen Blattes der Fascia lata[2] verstärkt.

Die Ansicht, welche Malgaigne,[3] Henle[4] und Paulet[5] über den Schenkelcanal haben, stimmt mit der von Cloquet überein. Henle nimmt die eigentliche Gefässcheide als unabhängig von den Wandungen des Canales an. Nach Paulet beginnt die Scheide der Schenkelgefässe unterhalb der Einmündungsstelle der V. saphena, von der unteren (dritten) Oeffnung des Schenkelcanales.

Blandin[6] giebt als Grenzen des inneren Schenkelringes den Arcus femoralis, den Ramus horizontalis oz. pubis und die Scheide des M. ileopsoas an und beschreibt ihn gesondert und dann die dreieckige Scheide der Schenkelgefässe oder — was dasselbe ist — den zwischen den Lamellen der auseinanderweichenden Fascia lata belegenen Schenkelcanal. Seine Schilderung des Canales enthält gewisse Widersprüche.

Hesselbach[7] unterscheidet am Schenkelcanal zwei Wände und zwei Ringe. Die vordere Wand ist um die Höhe des äusseren (vorderen) Schenkelringes kürzer als die hintere. Der hintere (nach anderen Autoren innere) Ring ist oval und mit seinem breiten Ende lateralwärts gerichtet. Die Schenkelgefässe verlaufen im Canal und sind von dünnen Fäden umgeben, welche an den Wandungen des Canales ihren Ausgang nehmen.

Unter den Autoren, welche am Schenkelcanal nur eine Oeffnung (eine obere) annehmen, spricht sich Cruveilhier[8] bestimmt dahin aus, dass man die Benennung „Schenkelcanal" im Sinne eines von der aponeurotischen Gefässscheide begrenzten, vom Arcus femoralis bis zum Niveau der Einmündung der V. saphena reichenden Raumes fallen lassen müsste, weil zwischen ihm und dem Leistencanal gar keine Analogie bestehe. Cruveilhier schlägt vor, nur von einem Canal der Schenkelgefässe (canal des vaisseaux fémoraux) mit einer oberen Oeffnung oder Schenkelring, wohin sich eine heraustretende Hernie begiebt, zu sprechen. Eine untere Oeffnung (vordere oder äussere — nach anderen Autoren) ist seiner Meinung nach gar nicht

---

[1] Dieses Blatt erwähnt auch Paulet.

[2] In seinen Tafeln hat Velpeau dies nicht abgebildet.

[3] Malgaigne, *Traité d'anatomie chirurgicale* etc. Paris 1838. pp. 167, 177.

[4] J. Henle, *Handbuch d. Muskellehre d. Menschen.* II. Aufl. 1871. p. 328, 332.

[5] Paulet, *Traité d'anatomie topographique.* Paris 1867—1870. S. 863—867.

[6] Blandin, *Traité d'anatomie topographique.* Paris 1838, pp. 355, 357, 578, 587, 589.

[7] Hesselbach, *Die Erkenntniss und Behandlung der Eingeweidebrüche.* Nürnberg 1840. S. 10—14.

[8] Cruveilhier, *Anatomie descriptive.* Paris 1834. Vol. II. p. 319—327, 335—340.

vorhanden und man kann zur Annahme einer solchen gar keine Veranlassung finden, weil — so sagt Cruveilhier — eine Schenkelhernie sich niemals in die für die V. saphena bestimmte Oeffnung oder unter dieselbe begiebt.

Sappey[1] hingegen fasst den Schenkelcanal gerade in der Form auf, gegen welche sich Cruveilhier auflehnt, obgleich er in der übrigen Beschreibung mit ihm einverstanden ist. Der Canal hat den Umriss einer dreiseitigen abgestumpften Pyramide, deren nach unten gerichtete Spitze sich unter die Einmündungsstelle der V. saphena in den Gefässscheidenraum fortsetzt. Sappey will keine die Arterie von der Vene und diese von den Lymphgefässen trennenden Zwischenwände anerkennen; die Arterie und Vene sind hier seiner Ansicht nach einfach von einer lockeren bindegewebigen Scheide umgeben.

Die Beschreibung des Schenkelringes- und Canales ist bei Tillaux[2] auf die Schilderung von Cloquet, Velpeau u. A. basirt.

Rüdinger[3] betrachtet den Schenkelcanal als von der oben erweiterten gemeinschaftlichen Scheide der Schenkelgefässe gebildet, welche hier vom Poupart'schen Bande eine Verstärkung und, indem sie mit der Peripherie der Lacuna vasorum verwächst, eine trichterförmige Gestalt erhält. Er spricht eigentlich nichts über die Oeffnungen des Canales. Zugleich bedient er sich einiger Ausdrücke, welche mit den allgemein geltenden Begriffen nicht im Einklange stehen, wie z. B. „Lacuna vasorum des Schenkelringes", „Lacuna musculorum des Schenkelcanales" oder dass der N. cruralis im Schenkelring liege.

Indem ich mich jetzt den Autoren zuwende, welche ihre Aufmerksamkeit auf den Austritt der Fascia transversalis mit den Gefässen auf den Schenkel gerichtet haben, glaube ich im Gegensatz zu Tillaux, dass die Anerkennung dieser Thatsache die Orientierung in den, wie er selbst zugiebt, verwickelten Fragen über den Schenkelcanal und die Schenkelgefässscheide erleichtern wird. Ich glaube, dass sich eher Einfachheit der Darstellung und eine Einigung in den Ansichten erzielen liesse, wenn man die erwähnte Beziehung der Fascia transversalis zu den Gefässen im Auge behält.

Aus dem angeführten litterarischen Material sei es mir gestattet, folgende Phasen einer allmählichen Vereinfachung und richtigen Auf-

---

[1] Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*. 4. éd. Paris 1888. Vol. II. p. 216, 235—236, 383—385.

[2] Tillaux, *Traité d'anat. topogr.* 5. éd. Paris 1887. p. 669—679. An manchen Fig. bei Tillaux bemerkt man eine gewisse Unentschlossenheit darüber, was eigentlich Schenkelring genannt werden soll, im Gegensatz zu seiner Beschreibung stellt er unter diesem Namen den Zwischenraum innen von der Vena cruralis dar.

[3] N. Rüdinger, *Topographisch-chir. Anatomie des Menschen*. Stuttgart 1873. S. 135—138. Abth. IV.

fassung der Angelegenheit zu verzeichnen. Von der Betrachtung des Canals als Theil des die Gefässe bergenden Raumes unter dem Arcus femoralis sind die meisten Autoren ausgegangen und nehmen als Anfang des Canals die ganze Lacuna vasorum — das ist der Schenkelring. Der Canal hatte als äussere Oeffnung die Fossa ovalis. Dann wurde die äussere Oeffnung verworfen und man fing an, ihn als einen dreieckigen, prismatischen Anfangstheil des aponeurotischen Scheidenraumes der Schenkelgefässe mit nur einer Oeffnung — Eingangsöffnung — oder, was dasselbe ist, Schenkelring — aufzufassen. Diese bei den neueren Anatomen sich findende und im Wesentlichen richtige Definition verlangt dennoch eine Ergänzung, worauf zuerst Cooper hingewiesen hat und was dann Pirogoff, Linhart und Nicaise (die sich alle theilweise auf Thomson's Untersuchungen stützten) bestätigt haben. Diese Ergänzung betrifft die Fascia transversalis. Ausserdem sind Pirogoff, Linhart und Nicaise schon lange zu einer Ansicht über den Schenkelcanal gelangt, welche sich in letzter Zeit bei Sappey und Tillaux findet.

Cooper's[1] Tafeln liefern Abbildungen der trichterförmigen Gefässscheide, welche vorne durch die Fortsetzung der Fascia transversalis unter den Arcus femoralis gebildet wird, und illustriren dann das Verhältniss derselben zum Arcus femoralis und zum oberflächlichen Blatte der Fascia lata (Tafel II, Fig. 3; Tafel III, Fig. 3, 4, 5). In diesen Abbildungen sieht man auch, dass der innere Theil der Gefässscheide von der hinteren (oberen) Fläche des Lig. Gimbernati ausgeht. In Fig. 5 ist an der vorderen Wand der Scheide (mehr innen) die Stelle verzeichnet, an welcher die Herniengeschwulst sich vorstülpt. Diese Zeichnung gab wahrscheinlich Scarpa Veranlassung zu behaupten, dass er noch nie eine Hernie durch die Gefässscheide heraustreten sah. Cooper hingegen wollte, glaube ich, nur einfach zeigen, dass eine Herniengeschwulst au verschiedenen Stellen der vorderen inneren Wand der Gefässscheide heraustreten kann, da er in der Fig. 3 diese Stelle viel mehr nach innen und höher abgebildet hat. Ausserdem kann auch darüber kein Zweifel obwalten, wie Cooper sich das Heraustreten einer Hernie vorstellte: dies ist aus Fig. 9 derselben Tafel ersichtlich, wo der Eingang in die trichterförmige Gefässscheide von hinten abgebildet ist; die Bruchpforte nimmt hier den inneren Theil der Gefässscheide ein und ist durch ein Septum von der Vene getrennt, welche wiederum durch ein anderes Septum von der Arterie getrennt ist; die Gefässscheide und die Septa stellen eine unmittelbare Fortsetzung der Fascia transversalis[2] dar. Tafel III, Fig. 6 und 7 zeigen die trichterförmige Gefässscheide, vorne in der Längsrichtung eröffnet; das Lig. Pouparti war vorher aufgeschnitten und abpraeparirt worden; man sieht hier den Uebergang der Fascia trans-

[1] A. Cooper, The anatomy and surgical treatement of abdominal hernia in 2 Parts. 2. Edit. Aston Key. London 1827.

[2] Bei Malgaigne findet sich eine Bemerkung, dass es sich im Streite zwischen Scarpa und Cooper mehr um Worte handelt.

versalis in die Gefässscheide noch deutlicher. In Fig. 7 sind die Gefässe entfernt, in der Mitte ist eine Längsscheidewand zurückgeblieben; sowohl diese, als auch die hintere Wand der Gefässscheide — heisst es in der Erklärung — sind durch die Fascia iliaca gebildet; nach dem Bilde zu urtheilen, gehen die Wände der Gefässscheide überall ineinander über.

Pirogoff[1] unterscheidet eine trichterförmige Scheide (membranöser Trichter) der Schenkelgefässe im oberen Drittel des Oberschenkels von den Wänden des eigentlichen Schenkelcanals, obgleich die nach der Bauchhöhle hin sehenden Wände der Oeffnungen der beiden vollkommen zusammenfliessen. Pirogoff theilt den Verlauf der Gefässe im oberen Drittel des Oberschenkels in zwei Abschnitte: der eine befindet sich im Schenkelcanal (bis zum Niveau der Mündung der V. saphena), der zweite von hier bis zu der Stelle, wo die Gefässe vom M. sartorius verdeckt sind. Die Wandungen des Canales und seine Form sind bei Pirogoff in einer mit Cruveilhier und anderen Autoren übereinstimmenden Weise beschrieben. Im Canal befindet sich ein Trichter, welcher mit dem Canal mehr oder weniger eng verbunden ist; die Wandungen des Trichters sind von deutlich fibröser Structur vorne, wo der Trichter die Fortsetzung der Fascia transversalis (bandelette ileo-pubienne nach Thomson) bildet; hinten zeigt er zellig-fibröse Eigenschaften; Pirogoff stimmt jedoch mit Cooper darin nicht überein, dass die hintere Wand des Trichters aus der Fascia iliaca besteht. Nach unten geht der Trichter allmählich in die Gefässscheide über (äussere Zellhaut der Gefässe). Diese trichterförmige Scheide ist durch eine Scheidewand in zwei Fächer, für die Arterie und die Vene getrennt.

Linhart[2] ist geneigt, an Stelle des Schenkelcanales nur dessen obere Oeffnung, oder anders: den Schenkelring anzuerkennen, wie dies — so sagt er — schon vor ihm Manec, Berard und Laugier gethan haben. Von der ganzen Peripherie des Schenkelringes geht die fibröse Gefässscheide aus; Linhart nennt sie nach Pirogoff: Vagina vasorum femoralium ex Fascia transversali. Indem er sie im Allgemeinen fast so wie Pirogoff beschreibt, scheint Linhart anfangs sich nicht entschliessen zu können, die Scheide als directe Fortsetzung der Fascia transversalis zu betrachten, sondern er spricht von einer festen Verbindung derselben mit der Scheide durch Vermittelung des Poupart'schen Bandes. Erst später wiederholt Linhart zweimal, dass die Scheide aus der Fascia transversalis gebildet sei. Zwischen der vorderen Wand der Scheide und dem oberflächlichen Blatte der Fascia lata (Lamina cribrosa) findet sich zuweilen eine kleine Menge Zellgewebe. Die hintere Wand kann nach Linhart's Meinung nicht als selbständiges Blatt aufgefasst werden. Nach unten zu verengt sich die Gefässscheide und verliert sich dann in den Muskelscheiden, theilweise aber geht sie in das die V. saphena umgebende lockere Bindegewebe über.

Der Aufsatz von Nicaise[3] behandelt die Frage über den Schenkelcanal und den Gefässtrichter recht ausführlich. Der Schenkelcanal, welcher

---

[1] N. Pirogoff, *Chirurgische Anatomie der Arterienstämme und der Fascien.* Dorpat 1840. S. 103 ff.

[2] W. Linhart, *Ueber die Schenkelhernie.* Erlangen, 1852. S. 3—10, 13—15.

[3] Nicaise, Note sur l'anatomie de la région inguino-crurale. *Arch. gén. de méd.* 1866, Vol. II. pp. 52—60, 708—721.

mit dem Schenkelring beginnt, an welchem Nicaise, ähnlich wie Hesselbach, zwei Ränder und Winkel unterscheidet, entsteht dadurch, dass die „gouttière crurale“ vorne durch ein oberflächliches Blatt der Fascia lata (lame cribriforme) verschlossen wird und sich in einen ovalen Canal verwandelt. Es ist dies ein Canal im anatomischen Sinne. Vom pathologischen Standpunkt fasst Nicaise die „loge lymphatique“ von Thomson-Richet, wo die Hernien heraustreten, als Schenkelcanal auf. Im Canal verlaufen die Schenkelgefässe mit den Lymphgefässen, umgeben von einer besonderen trichterförmigen Scheide, welche von vorn nach hinten abgeflacht und gleichsam als zweiter Canal in dem ersten liegt. Diese Scheide wird gebildet durch die Fortsetzung folgender zu einer aponeurotischen Platte vereinigten Gebilde unter das Poupart'sche Band: der Sehne des M. transversus abdominis,[1] der Fascia transversalis und noch eines dritten Blattes, welches Nicaise „lamelle cellulo-fibreuse“ nennt. Eine solche vereinigte Platte von der hinteren Fläche des Lig. Gimbernati und von dessen äusseren Rande zieht schräg nach unten und dann weiter nach aussen — auf diese Weise entsteht die innere und vordere Wand der trichterförmigen Scheide. Seitlich befestigt sich der Trichter an die Aponeurose, welche die „gouttière crurale“ auskleidet; eine eigene hintere Wand hat der Trichter nicht. Der Trichter ist vorne ziemlich locker mit dem Arcus cruralis und mit der vorderen Wand des Schenkelcanals verbunden. Oben zwischen ihnen beschreibt Nicaise ausserdem eine besondere dünne Lamelle, welche vom Lig. Gimbernati nach aussen verläuft; Nicaise nennt sie „lamelle rubanée“. Vielleicht müsste man diese Lamelle als einen Theil des Trichters selbst ansehen; in diesem Falle wird sie den von Pirogoff beschriebenen horizontalen Bündeln in der vorderen Wand der Trichters entsprechen. Cruveilhier[2] spricht auch von einer aponeurotischen Fortsetzung, welche von der unteren Fläche des „repli falciforme“ (so nennt er das Lig. Gimbernati) beginnt und gleichsam einen zweiten Bogen unter dem Arcus cruralis bildet.

Aus Obigem sehen wird, dass nur Cooper, Pirogoff, Linhart und Nicaise die Fortsetzung der Fascia transversalis unter das Poupart'sche Band beschrieben haben; ich füge noch hinzu, das Velpeau und Malgaigne dieses nur flüchtig erwähnen und dass Hyrtl und Graser sehr wenig über die Beziehungen der Fascia transversalis zu den Gebilden unterhalb des Arcus cruralis und zur Gefässscheide sprechen. Die übrigen Autoren behaupten, dass diese Fascie am hinteren Rand des Lig. Poupartii ihr Ende findet. Tarenetzky,[3] welcher die Fascia transversalis genau studirt hat, lässt sich über die Beziehungen derselben zu den unterhalb des Poupart'schen Bandes befindlichen Theilen gar nicht aus, sondern spricht nur von ihrer an dieser Stelle stattfindenden Verbindung mit dem Arcus cruralis.

[1] Diese Sehne spielt hier nach Nicaise die Hauptrolle.

[2] A. a. O. p. 319.

[3] Tarenetzky, *Topographische Beschreibung der Regio hypogastrica propria.* St. Petersburg 1874. S. 28 (Russisch).

Um mit der Literatur der Fascia transversalis zu schliessen, muss ich noch einige Autoren nennen, welche ihre Aufmerksamkeit auf die Beziehung der Fascie zum Gimbernat'schen Band gerichtet haben.

Nach Cooper, Tafel III Fig. 9, kleidet die Fascia transversalis auch den hinteren Ansatz des Lig. Poupartii, d. h. das Lig. Gimbernati aus. Cloquet[1] sagt, dass die Fascia transversalis das hintere Blatt des Lig. Gimbernati bildet. Velpeau[2] nimmt an, dass das Lig. Gimbernati hinten von seiner Fascia propria (von der subperitonealen Schicht) bedeckt ist, welche zusammen mit der Fascia transversalis unter das Poupart'sche Band tritt. Bei Velpeau ist die Fascia transversalis hinten an das Lig. Poupartii und an den oberen Rand des Os pubis befestigt abgebildet. Linhart[3] spricht das ganze Lig. Gimbernati als einen Theil der Fascia transversalis an. Nach Paulet[4] ist das Gimbernat'sche Band ein Theil des medialen Endes der „Thomson'schen Bandelette iléopubienne“, welcher sich fächerartig ausbreitet und hinten durch die Fascia transversalis verstärkt wird. Nicaise[5] bemerkt an einer Stelle, dass die Fascia transversalis sich an die hintere Fläche des Gimbernat'schen Bandes anschliesst (s'applique), an einer anderen Stelle, — dass das Lig. Gimbernati von der Fortsetzung der Aponeurose des M. transversus abdominis bekleidet ist. Nach Richet[6] ist das Lig. Gimbernati theilweise mit seiner „Fascia transversalis celluleux“ verbunden. Sappey[7] sagt, dass der untere Rand der Fascia transversalis das Lig. Gimbernati bekleidet, von welchem sie abgelöst werden kann, und dass sie sich an das Pecten oss. pubis oder besser an Coopers Lig. ileopubicum befestige.

I. Fascia propria (Subseröse Schicht).

Bei meinen Untersuchungen konnte ich mich von Folgendem überzeugen:

Nach Entfernung des Bauchfells von der vorderen Bauchwand bemerken wir unterhalb der Nabellinie eine mehr oder weniger feste Schicht Bindegewebe, welche nach unten zum Poupart'schen Bande hin dicker wird. Es ist dies die Fascia propria von Cooper, Velpeau und anderen Autoren oder die Fascia transversalis celluleux von Richet. Sie kleidet alle Vertiefungen bei ihrem Uebergang nach hinten, zum Becken, aus. Hier, an der visceralen Fläche des Leistenschenkelbuges, macht sich eine Anhäufung dieses Bindegewebes besonders bemerkbar in der rinnenförmigen Vertiefung, mit welcher die Fossa iliaca an der medialen Hälfte des Poupart'schen Bandes endet. Die soeben erwähnte Zellgewebsschicht kann in einer Lamelle abpraeparirt werden, wobei wir bemerken, dass sie eng verbunden ist mit der Fascia transversalis in der Gegend des sehnigen Theils

---

[1] A. a. O. S. 25—26. — [2] A. a. O. S. 140—141. — [3] A. a. O. S. 5. [4] A. a. O. S. 860. — [5] A. a. O. S. 53, 717—718. — [6] A. a. O. S. 391. — [7] A. a. O. S. 232—233.

des M. transversus, ferner in der Umgebung des Annulus inguinalis internus, auch unterhalb desselben, wo die Gefässe unter dem Arcus cruralis hindurchgehen; hier ist diese Schicht am dicksten, was man auch an sagittalen Schnitten von Celloidinpraeparaten gut sehen kann (siehe Fig. 7 *Fp.*). Diese Schicht kleidet die Fossa iliaca aus und verliert sich dann allmählich nach hinten zu im retroperitonealen Zellgewebe; innen, an der Peripherie des kleinen Beckens geht sie auf den M. psoas über und betheiligt sich an der Bildung der zelligen Scheide für die Vasa iliaca externa. Zwischen dieser Schicht und der Fascia iliaca befindet sich bei fettreichen Individuen eine bedeutende Schicht Fett, welche sich nach der hinteren Wand des Bauches hin noch mehr verdickt. Mir schien es, als ob in den Fällen, in denen die Fascia transversalis am äusseren Rande der Sehne des M. rectus abdominis endete, dieses subseröse Blatt allein den unteren Theil der hinteren Wand der Scheide des M. rectus abdominis bildete. Es lag dann, ins kleine Becken herabsteigend, der hinteren Fläche der Symphyse fester an und verlor sich im kleinen Becken im Zellgewebe vor der Harnblase; letzteres geschieht mit diesem Blatte in jedem Falle, auch dann, wenn die hintere Wand der Scheide des M. rectus durch die Fortsetzung der Fascia transversalis (hintere Lamelle der Fascia transversalis nach Tarenetzky) gebildet wird.

II. Die trichterförmige Scheide der Schenkelgefässe.
Der interaponeurotische Raum vor den Gefässen.

Was nun die Fascia transversalis selbst anbetrifft, so werde ich hier hauptsächlich nur die untere Abtheilung derselben im Trigonum inguinale betrachten, insofern dies zur Erklärung der Beziehungen derselben zu den Schenkelgefässen nöthig ist.

Alle Autoren sind darüber einig, dass die Fascia transversalis als aponeurotische Lamelle nur in einer nicht allzu weiten Strecke über dem Arcus cruralis deutlich ausgesprochen ist, was wahrscheinlich auch die Veranlassung dafür war, dass sie hier unter besonderem Namen „Bandelette ileopubienne (Thomson-Richet u. A.), „hinteres Leistenband“ (Hesselbach), „Ligamentum inguinale internum, mediale et laterale“ (Henle) beschrieben wurde. Ich betrachte die Fascia transversalis einfach als ein fibröses Blatt, welches man von der ganzen hinteren Fläche des M. transversus abdominis abpraepariren kann. Nachdem dies geschehen, sehen wir, dass die Fascia transversalis entsprechend dem lateralen Theil des Lig. Pouparti mit der Fascia iliaca fest verwachsen ist, in welche sie hier definitiv übergeht. In relativ seltenen Fällen wurde bemerkt, dass die

Fascia transversalis an der Fascia iliaca mit einem mehr oder weniger deutlich ausgesprochenen halbmondförmigen Rande endete, welcher nach hinten etwas auf die Fascia iliaca gerichtet war, etwas unterhalb des Darmbeinkammes und parallel mit diesem. Mit dem lateralen Theil des Ligam. Pouparti steht die Fascia transversalis in keiner unmittelbaren Beziehung, weil sie durch den zwischen ihnen befindlichen Ursprung des M. obliquus internus und des M. transversus abdominis von dem Ligamente getrennt wird. Die Fascia transversalis trifft mit dem Arcus femoralis zuerst da zusammen, wo von letzterem die nach innen und hinten zur Linea ileopectinea hinziehende Fascia iliaca abgeht. Ungefähr an dieser Stelle hört auch die Insertion der genannten Muskeln auf.

Nach der Trennung von der Fascia iliaca fängt das Lig. Poupartii an sich umzubiegen, indem es sich mit seinem Rande mehr und mehr nach hinten richtet, in dem Maasse, wie sein lateraler Schenkel für den Annulus inguinalis externus sich dem Tuberculum pubis nähert. Die Breite des umgebogenen Theils (der sagittale Durchmesser) wird nach innen grösser und bildet die bekannte Rinne, oder die untere Wand des Leistencanals. Der umgebogene Theil endet innen mit einer dreieckigen Erweiterung, welche schon dem lateralen Schenkel des äusseren Leistenringes angehört und unter dem Namen „Gimbernat'sches Band" bekannt ist. Ich habe schon früher erwähnt, dass der Umbiegungswinkel den vorderen (oder auch unteren Rand des Poupart'schen Bandes) darstellt (siehe S. 55, Holzschnitt: „*vord. R.*"). Der umgebogene Theil läuft aber nicht in einem freien schnurartig hingespannten Rand aus — es würde dies der hintere (oder auch obere) Rand des Poupart'schen Bandes sein — (siehe Holzschnitt: „*hint. R.*"), sondern er verdünnt sich im Gegentheil allmählich und behält denselben Charakter auch für den äusseren Rand des Gimbernat'schen Bandes, welcher, wie wir gleich sehen' werden, ebenfalls keinen frei abgeschnittenen Rand darstellt. In manchen Fällen kann man, allerdings mehr durch das Gefühl als mit dem Auge, bestimmen, wo der dicke, feste Theil des umgebogenen Randes endet, aber der verdünnte Theil setzt sich von ihm immer nach hinten unmittelbar fort bis zur Vereinigung mit der Fascia transversalis (siehe Holzschnitt: „*hint. R.*"). Wenn der umgebogene Theil des Poupart'schen Bandes am Anfang fast direct nach hinten gerichtet ist und weiterhin mit seinem verdünnten Rande etwas nach oben sieht, so neigt er sich in dem Maasse, in welchem er sich dem Gimbernat'schen Bande nähert, nach unten und hinten, und theilweise sogar nach aussen.

Um die Beziehung der Fascia transversalis zu dem beschriebenen Abschnitt des Poupart'schen Bandes oder des Arcus cruralis sehen zu können, ist es gut diejenigen Durchschnitte zu legen, von welchen ich

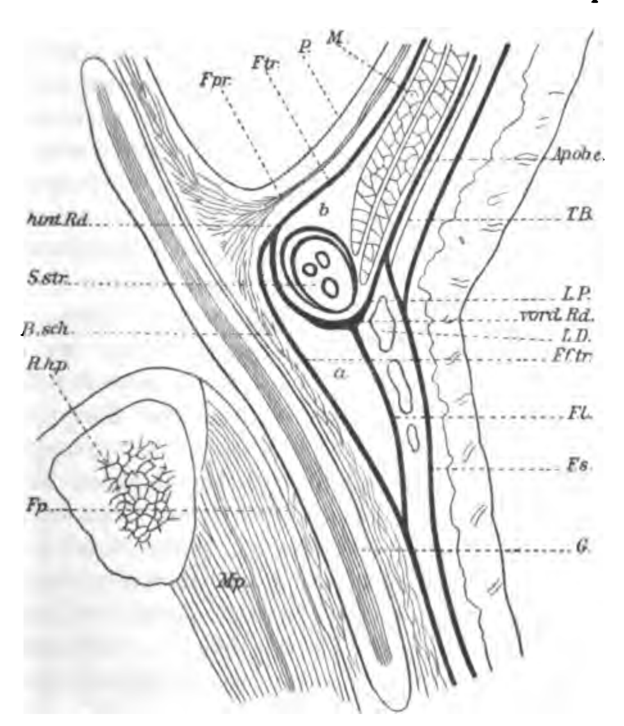
früher gesprochen habe: einen horizontalen, von der Spina anterior superior einen Finger breit über dem vorderen Rande des Poupart'schen Bandes und diesem Bande parallelen Schnitt, welcher im äusseren Leistenring endet und den lateralen Schenkel des Ringes vom medialen trennt, und einen zweiten, zum ersten senkrechten Schnitt, längs der Schenkelgefässe, durch den festen Theil des Poupart'schen Bandes und die mit ihm verbundene Fascia lata bis unter die Mündungsstelle der Vena saphena. Nachdem wir nun die Mm. obliquus internus und transversus abpraeparirt und sie theilweise von der lateralen Hälfte des Lig. Poupartii abgetrennt haben, um sie leichter nach oben zurückschlagen zu können, lässt sich den Verlauf der Fascia transversalis verfolgen.

Von dem Trennungswinkel des Poupart'schen Bandes und der Fascia iliaca angefangen, schiebt sich die Fascia transversa sofort hier ein, zwischen die von der zelligen Scheide umgebenen Gefässe einerseits und das Poupart'sche Band andererseits; sie vereinigt sich hier mit dem hinteren verdünnten Rande des Poupart'schen Bandes und setzt sich dann nach unten, in das Trigonum ileopectineum, vor den Gefässen fort (vordere Wand des sogenannten Schenkeltrichters). Verfolgen wir die Fascia transversalis weiter, so bemerken wir, dass sie, indem sie sich unter das Poupart'sche Band begiebt, hier von unten her auf einer gewissen Strecke mit dem verdünnten hinteren Rand des umgebogenen Theiles dieses Bandes oder, was dasselbe ist, mit einem Theile seiner unteren Fläche verwächst (siehe Holzschnitt „*hint. R.*“) und dann, ohne den vorderen Rand des Poupart'schen Bandes (den Umbiegungswinkel, siehe Holzschnitt: „*vord. R.*“) zu erreichen, sich von der unteren Fläche wieder abwendet und weiter unten auf den Schenkelgefässen liegt. Deshalb scheint es, wenn man von der Seite des Schenkels, von der Fossa ileopectinea her, die Sache betrachtet, bei unverletztem Lig. Pouparti, als ob die beschriebene Fortsetzung der Fascia transversalis an der unteren Fläche des umgebogenen Randes des Lig. Pouparti anfange. Da die Fascia lata sich an den vorderen Rand des Poupart'schen Bandes[1] befestigt, und der umgebogene Theil desselben eine gewisse Breite besitzt, so entsteht in Folge dessen zwischen der Fascia lata vorne und der herabsteigenden Fascia transversalis hinten ein schmaler prismatischer Zwischenraum (*a* im Holzschnitt) vor den Gefässen, dessen Basis oben der umgebogene Theil des Poupart'schen Bandes ist. Aber gerade über dieser Stelle im breiten Theil der Rinne verläuft quer beim Manne der Samenstrang und hier ist deshalb die Fascia transversalis von der

[1] Je näher zum Tuberculum pubis, um so tiefer befestigt sich gewöhnlich die Fascia lata, d. h sie verwächst hier nicht mit dem vorderen Rande sondern mit der unteren Fläche des umgebogenen Theiles des Poupart'schen Bandes.



Aponeurose des M. obliquus externus weiter entfernt, als etwas höher. In Folge dessen entsteht ein neuer Raum, welcher dem Leistencanal entspricht (*b* im Holzschnitt) und welcher seinen Umrissen nach schon lange als prismatisch bezeichnet wurde. Es wird somit die Basis beider prismatischen



Schematische Figur des Leistenschenkelbuges, einen sagittalen Durchschnitt durch die Lacuna vasorum darstellend. An beiden Seiten des umgebogenen Theils des Lig. Pouparti, oben und unten befindet sich ein interfascialer Raum (*a* u. *b*). Der Raum unter dem Poupart'schen Bande (*a*) ist wie durch eine injicirte Masse ausgedehnt dargestellt. *M.* muskulöse Schicht der Bauchwand. — *Ftr.* Fascia transversalis. — *Fpr.* Fascia propria Cooperi. — *P.* Peritoneum. — *Ap. ob. e.* Aponeurose des M. obliquus externus. *Fs.* Fascia superficialis. — *TB.* tiefes Blatt derselben. — *L. P.* Lig. Poupartii. — *vord. R.* vorderer Rand (Umbiegungsstelle) desselben. — *hint. R.* hinterer Rand desselben, der mit der Fascia transversalis verwachsen ist. — *S. str.* Samenstrang. — *F. ftr.* Fortsetzung der Fascia transversalis unterhalb des Poupart'schen Bandes. — *Fl.* Fascia lata. — *L. D.* Lymphdrüsen. — *G.* Gefäss. — *Bsch.* Bindegewebige Scheide. — *Rhp.* Ramus horizontalis os. pubis. — *Mp.* Musc. pectineus. — *Fp.* Fascia pectinea.

Räume (*a* u. *b* Holzschnitt eine gemeinschaftliche sein — der umgebogene Theil des Poupart'schen Bandes — während die Spitzen oder Ränder der Prismen nach entgegengesetzten Seiten (nach oben bezw. unten, siehe Holzschnitt im Text) sehen: im Leistencanal wird die Spitze durch den Zusammentritt der

Fascia transv. mit dem M. transversus abd. gebildet, für das untere Prisma hingegen wird die Spitze der Vereinigungsstelle der beschriebenen aponeurotischen Fortsetzung der Fascia transversalis mit der Fascia lata entsprechen; diese Stelle befindet sich ungefähr im Niveau des sichelförmigen Randes der Fascia lata, unterhalb der Einmündungsstelle der V. saphena. Es versteht sich von selbst, dass der untere Raum am deutlichsten hervortritt, wenn zwischen die ihn begrenzenden Blätter Injectionsmasse eingebracht ist, wovon später noch die Rede sein soll. Im unteren interaponeurotischen Raume (*a* Holzschnitt) d. h. zwischen Fascia lata und transversalis, befindet sich eine unbedeutende Menge lockeren Zellgewebes. Eine feste Verwachsung dieser beiden Blätter, von welcher Pirogoff spricht, habe ich nicht gesehen. Für die lockere Verbindung der Blätter spricht auch der Umstand, dass es ohne Schwierigkeit gelingt, den Zwischenraum zu injiciren.

Ich kehre zum Verlauf der Fascia transversalis zurück. Medianwärts und unten vom Annulus inguinalis internus wendet sich die Fascia transversalis, indem sie mit dem Rande des Arcus cruralis in Verbindung bleibt, zum Ligamentum Gimbernati, dessen hintere obere Fläche sie bekleidet. Indem sie sich von hier über den zu den Gefässen geneigten concaven lateralen Rand des Ligamentum Gimbernati hinaus, dessen Fortsetzung sie gleichsam bildet, nach unten und hinten wendet, steigt die Fascia transversalis nach unten herab und bildet die mediale Wand des bekannten Gefässtrichters. Von der Seite der Beckenhöhle erscheint der Trichter am deutlichsten, wenn man nach Entfernung des ganzen subserösen Zellgewebes (Fascia propria Cooperi) die Vasa femoralia nach oben zieht und, nachdem man sie so tief wie nur irgend möglich unter dem Poupart'schen Bande durchschnitten hat, die centralen Enden zur Seite schlägt. Dann tritt die trichterförmige Umbiegung der Fascia transversalis vom Rande des Gimbernat'schen Bandes nach unten, zum Oberschenkel hin sehr deutlich hervor. Der Eingang des Trichters zeichnet sich auch von vorne und aussen ab, wenn wir an dem in oben beschriebener Weise hergestellten Praeparat, aber mit unverletztem Poupart'schen Band (die Muskeln sind nach oben zurückgeschlagen), den vorderen Rand des Lig. Pouparti zu uns hinziehen, dann sieht man, dass der laterale und der mediale Rand des Trichters, wo derselbe fixirt ist, entsprechend gebildet werden durch den Winkel, unter welchem sich das Poupart'sche Band von der Fascia iliaca trennt, und durch das Gimbernat'sche Band. Besonders deutlich ist das bei Kinder zu sehen.

Welcher Art sind nun die weiteren Beziehungen der unter das Poupart'sche Band getretenen Fascia transversalis? Trennen wir die Fascia lata in querer Richtung von ihrer Verbindung mit dem Poupart'schen Bande ab und schlagen die beiden so entstandenen Lappen, nachdem sie

von der unter ihnen liegenden Fascia transversalis gänzlich abgelöst sind, zur Seite, so sehen wir zuerst, dass dieses Blatt der Fascia transversalis, dem die Gefässe enthaltenden Raume entsprechend, eine ebenfalls dreieckige Gestalt mit nach unten gerichteter Spitze hat (vordere Wand des Trichters; siehe Fig. 1 und 2 *Tf. F.*). Das Blatt, welches oben eine deutlich aponeurotische Natur zeigt, verdünnt sich nach unten zu etwas und verliert sich unter der Einmündungsstelle der V. saphena allmählich, indem es mit der Fascia lata und der Scheide des M. sartorius zusammenfliesst. Die Beziehungen dieses Blattes sind hier, unter dem Arcus femoralis, lateral und medial verschieden. Während es lateral auf den ersten Blick in der Nähe des inneren Randes des M. sartorius mit der tiefen Fascie hinter den Gefässen einfach verwächst, findet medial ein allmählicher Uebergang der vorderen Wand der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis in die innere, vom Rande des Lig. Gimbernati herabgestiegene Wand statt; hier, nahe unter dem Poupart'schen Bande, wird der mediale Theil der Fortsetzung der Fascia transversalis (die innere Wand des Trichters) zu einer lockeren Lamelle, welche mit der sie bedeckenden Fascia cribrosa zusammenschmilzt. Oftmals ist eine gänzliche Trennung beider Theile nicht möglich und sie praesentiren sich beide in der Nähe der Mündung der V. saphena als eine auf der V. cruralis, an deren medialen Seite liegende Schicht lockeren Zellgewebes. Dieser Umstand gab wahrscheinlich die Veranlassung dazu, dass man früher die V. femoralis als mit ihrer medialen Peripherie unmittelbar unter den Hautdecken liegend betrachtete und sie so abbildete. In anderen Fällen kann man jedoch beobachten, dass die Umbiegung der herabsteigenden deutlich ausgepägten Fascia transversalis am Rande des Lig. Gimbernati auch an dieser Stelle, d. h. unterhalb des Poupart'schen Bandes stattfindet: dann verläuft diese mit dem medialen Theil der Fascia cribrosa vereinigte Wand des Trichters hinter der Vene, indem sie um so inniger mit der Fascia pectinea verwächst, je weiter sie nach aussen, zur Arterie, geht. Man kann sie jedoch auch in diesen Fällen von der Fascia pectinea ganz abtrennen und sogar in zwei, der Fascia transversalis und der Fascia cribrosa entsprechende Lamellen zerlegen. Diese schwachen und, wie ich gesagt habe, gewöhnlich zusammenfliessenden Lamellen sind an der inneren Seite der V. femoralis über der Mündung der V. saphena nur lose mit Fascia pectinea verbunden; beim Abpraepariren von derselben findet man jedoch von der Fascia pectinea in die Lamellen hinübergehende, vereinzelte fibröse Fäden. Ich habe zweimal gesehen, dass diese fibrösen Fäden von dem fächerartig verbreiteten Ende der Sehne des M. psoas minor hierher reichten. An der Mündung der V. saphena gehen beide Lamellen auf diese Vene über, indem sie dieselbe umgeben und mit ihr verwachsen.

Ich gehe jetzt zu der Frage über: wie verhält sich die Fortsetzung der Fascia transversalis lateral, am Rande des M. sartorius? Ich habe vorhin gesagt, dass sie auf den ersten Blick mit der hinter den Gefässen befindlichen tiefen zu Fascie verwachsen scheine. In Wirklichkeit kann man auch hier ohne Schwierigkeit zuweilen eine (siehe Fig. 4 *Tf. F.*) hinter der Arterie nach innen, dem eben beschriebenen, hinter der Vene befindlichen Blatte entgegenlaufende Lamelle isoliren, welche mit jenem gänzlich verschmilzt. Dieser äussere Theil der hinteren Wand der trichterförmigen Scheide wird augenscheinlich öfter von solchen Bündeln gebildet, welche von der Fascia iliaca (Linhart's Fascia ileopectinea) herstammen und mit der vorderen Wand der trichterförmigen Scheide zusammenfliessen. Mitunter reichten die Bündel deutlich bis zur vorderen Wand der scheidenförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis und unten konnte man sogar ihren Uebergang in die Fascia lata an der Stelle verfolgen, wo sie mit der vorderen Wand des Trichters verwächst. Zum Studium der geschilderten Verhältnisse ist es vortheilhaft, ausser der schichtenweisen Praeparation und der oben von mir erwähnten Durchschnitte, sich auch noch des folgenden Kunstgriffes (Waldeyer) zu bedienen: zuerst wird an einem unversehrten Praeparate mit einem Rasirmesser ein Längsschnitt im Leistenschenkelbug durch die ganze Dicke der Theile direct bis zur hinteren Wand des Gefässlagers gelegt; man muss übrigens bestrebt sein nur die vordere Wand der Vene zu durchschneiden. Wenden wir dann die topographische Praeparation an, so können wir den Zusammenhang der einzelnen Theile und ihre Beziehungen in der Tiefe leichter beistimmen.

Da es nicht jedesmal gelingt, die hintere Wand der geschilderten trichterförmigen Fortsetzung in der Gestalt einer besonderen Lamelle darzustellen, so ist es verständlich, warum Pirogoff sie als zellig-fibrös, Linhart als aus einzelnen Bündeln zusammengesetzt betrachten, und Cooper und Nicaise gar behaupteten, dass die hintere Wand des Trichters durch die Fascia iliaca gebildet werde. Jedenfalls muss ich hinzufügen, dass die beschriebene hintere Wand des Trichters lateral sich enger mit der Fascia iliaca verbindet, als medial mit der Fascia pectinea.

Die von der Fascia propria Cooperi (subserösen Schicht) herstammende bindegewebige Scheide der Schenkelgefässe begleitet letztere bis unter den Arcus femoralis und verwächst hier wie auch tiefer mit der trichterförmigen Verlängerung der Fascia transversalis; dabei ist sie mit letzterer aussen und vorne, an der Seite der Arterie, stets inniger verbunden, als an der Vene, von welcher die innere Wand des Trichters (Septum crurale — Cloquet u. A.), die vom Lig. Gimbernati herkommt, mehr oder weniger entfernt ist; erst unterhalb des Poupart'schen Bandes nähert sie sich der Vene und indem sie sich hier mit der Fascia cribrosa vereinigt, wie

ich oben erwähnt habe, umgiebt sie locker die Vene bis hinab zur V. saphena.

Durch diese Verhältnisse ist schon der Weg für eine Femoralhernie gegeben: sie muss durch das frei bleibende mediale Segment der ovalen Eingangsöffnung des Trichters (indem sie das Septum crurale ablöst — wie Hyrtl sagt) hindurchtreten und dann die Bündel der schwachen inneren Wand desselben nach vorn verwölben oder auseinanderdrängen, da die feste Verbindung der Fascia cribrosa mit der Fascia pectinea unterhalb der Einmündungsstelle der V. saphena einem Vordringen weiter nach unten im Wege steht. Bei einer vollkommen entwickelten Herniengeschwulst, welche durch die innere Wand des Trichters bereits unter die Hautdecke hindurchgetreten ist, (in diesem Falle ist es schwer zu sagen, wie sich die schwache innere Wand zu ihr verhalten hat) liegt die festere vordere Wand des Trichters (*Tf. F*, Fig 3) lateral und oben vor der Hernie, und letztere, d. h. ihre sogenannte Fascia propria, ist von der Vene nur durch die dünne Wand der zelligen Scheide desselben getrennt (s. Fig. 3; die zellige Scheide der Vene ist so dünn, dass sie in der Figur nicht hervortritt).

Was die Scheidewand zwischen der Arteria und Vena femoralis anbelangt, so wird sie auf Kosten der zelligen Scheide dieser Gefässe gebildet und von den Wänden der trichterförmigen Scheide her verstärkt.

An Sagittalschnitten von Celliodinpraeparaten 6 bis 9-monatlicher Kinder und 4 bis 6-monatlicher Foeten, sieht man immer, wie Fasergewebszüge von der hinteren Fläche der Muskelschicht der vorderen Bauchwand vor den Gefässen unter das Poupart'sche Band herablaufen; bei 6 bis 9-monatlichen Kindern befinden sich zwischen diesen Zügen und der Gefässwand auch dünne Schichten Zellgewebe. Die Verbindung des hinteren Randes des Poupart'schen Bandes mit den beschriebenen Fasergewebszügen, welche die Fascia transversalis darstellen, findet an derselben Stelle statt, wo sie unter den Arcus femoralis treten. Diese von der Fascia transversalis herablaufenden Bündel unterscheiden sich bei 6—9-monatlichen Kindern deutlich von den der Fascia lata angehörenden dort, wo die letzteren sich an das Lig. Pouparti befestigen. An Praeparaten von 4—6-monatlichen Foeten kann man die beiden Arten dieser Bündel, nämlich die von der Fascia transversalis und die von der Fascia lata herstammenden, von einander nicht unterscheiden; sie fliessen völlig zusammen und werden von dem subcutanen Bindegewebe durch die zwischen letzterem und den Bündeln liegenden Lymphdrüsen getrennt. Bemerkenswerth ist, was ich bereits früher erwähnt habe, dass in so frühem Alter nicht nur des extrauterinen Lebens, sondern sogar schon bei Foeten nicht selten eine deutliche Verdickung des umgebogenen Randes der Apounerose des M. obliquus externus, resp. des Lig. Pouparti und seine mitunter ziemlich deutliche Endigung mit scharfem

Rande vorhanden ist. An horizontalen Schnitten sieht man u. A. auch die Beziehung des Randes des Lig. Gimbernati zur Vene sehr deutlich, und sowohl an solchen, als auch an Sagittalschnitten sieht man die Lage der Lymphdrüse in dem Raume medial von der Vene. Zuweilen wurde eine zweite, kleinere Drüse beobachtet, welche vom Oberschenkel her hier eindringt. Der Zwischenraum von der Vene bis zum Rande des Gimbernat'schen Bandes ist hier augenscheinlich constant im Gegensatz zu Graser's[1] Meinung (s. Fig. 8 *Zg.*).

III. Die Wände des Schenkelcanals.

Ich muss mich jetzt den Wandungen des Schenkelcanals zuwenden, wo die beschriebene trichterförmige Fortsetzung der Fascia transversalis liegt und mit welchen sie verwächst. Es herrscht bei den Autoren in Bezug auf die hintere laterale und hintere mediale Wand des Schenkelcanals eine grosse Meinungsverschiedenheit; über die vordere Wand sind alle Autoren dahin einig, dass sie von der Fascia lata gebildet wird. Fast Alle erwähnen die Fortsetzung der Fascia iliaca durch die Lacuna vasorum zum Oberschenkel, wo sie die Scheide für den M. ileopsoas bildet und zugleich als hintere laterale Wand des Schenkelcanals dient. Weiter sprechen sie über die Theilung der Fascia lata am Rande des M. sartorius, gleich unter dem Poupart'schen Bande, wo das tiefe Blatt der Fascia lata sich hinter die Gefässe begiebt, über den Mm. ileopsoas und pectineus hinweg und sich mit der ihm entgegenkommenden Fortsetzung der Fascia iliaca vereinigt. Andere erwähnen diesen letzteren Umstand nicht, sodass man nach ihren Beschreibungen annehmen könnte, dass der M. ileopsoas zugleich von zwei Blättern, nämlich der Fascia iliaca und der Fascia lata bedeckt werde. Einige Autoren beginnen die Schilderung des Verlaufs der Fascia lata in der Fossa ileopectinea von innen her und nach ihnen kleidet das tiefe Blatt der Fascia lata in der Gefässrinne nur den M. pectineus aus, indem es hinter den Gefässen mit der Scheide des M. ileopsoas (der Fascia iliaca) zusammenfliesst.

Pirogoff und Tillaux sagen, dass man in Folge der untrennbaren Verschmelzung der Lamellen in gleicher Weise annehmen kann: entweder dass die Fascia iliaca die Schenkelrinne bedeckt, an deren Rändern sie mit der Fascia lata verwächst, oder umgekehrt, dass die Verschmelzung der Fascia iliaca mit dem tiefen Blatte der Fascia lata an der hinteren Peripherie des Schenkelrings stattfindet. Ich glaube, dass die Anschauungen von Linhart und Henle der Wirklichkeit mehr entsprechen. Linhart behauptet nämlich,

---

[1] A. a. O. S. 249.

dass der Schenkelcanal hinten durch die unter das Poupart'sche Band sich begebende und von ihm sogenannte Fascia ileopectinea gebildet wird, welche die Mm. ileopsoas und pectineus bedeckt und dass diese zu beiden Seiten mit der Fascia lata verwächst. Henle schlug vor, die Fascia ileopectinea, als Beckenanfang der zusammen mit den genannten Muskeln von dort austretenden Fascia lata aufzufassen.

Sowohl die eine, als die andere Ansicht befreit uns von der Nothwendigkeit eine Theilung der Fascia lata am inneren Rande des M. sartorius zu finden, welche in Wirklichkeit nicht vorhanden ist. Würde man eine solche Theilung anerkennen, so müssten wir auch annehmen, dass das tiefe Blatt der Fascia lata im Schenkelcanal hinter den Gefässen verläuft und etwas tiefer, wo der M. sartorius die Gefässe zu bedecken beginnt, das tiefe Blatt oder die hintere Lamelle seiner Scheide vor den Gefässen liegt. Betrachten wir ferner denjenigen Theil der Fascia lata, von welchem die Gefässe vorne, gleich unter dem Schenkelcanal, bedeckt werden (im zweiten oder unteren Abschnitt der Gefässe des oberen Drittels des Oberschenkels nach Pirogoff), so sehen wir, dass die Fascia lata hier gerade vom inneren Rande des M. sartorius vor den Gefässen sich hinzieht und von der bindegewebigen Scheide derselben durch eine geringe Menge fetthaltigen Zellgewebes getrennt wird. Höher oben, im unteren Theil des Schenkelcanals, wo die Fascia lata, wie ich bereits gesagt habe, mit der vorderen Wand der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis zusammenfliesst, nimmt sie im Gegentheil manchmal einzelne Bündel von der hinteren Wand des Schenkelcanals oder von der Fascia iliaca in sich auf. Auf letzterem Umstand gestützt, könnte man auf den ersten Blick eine Theilung der Fascia lata am Rande des M. sartorius als wahrscheinlich annehmen; allein man kann die soeben erwähnten Bündel von der Fascia iliaca über dem Poupart'schen Bande bis in das Becken hinein verfolgen.

In der Höhe des Schenkelcanals liegt der M. sartorius von aussen dem M. ileopsoas an und giebt mit seinem inneren Rande die Grenze ab, durch welche die Schenkelfläche des M. ileopsoas in zwei Theile getrennt wird: der mediale ist gegen die Gefässrinne gerichtet und bildet die Basis, auf welcher die hintere laterale Wand des Schenkelcanals liegt; der laterale liegt den ihm bedeckenden M. sartorius an. Hier haben beide Muskeln eine gemeinschaftliche Bedeckung von einer fibrösen Scheide, welche schräg von hinten und lateral nach vorn und medianwärts gerichtet ist und am medialen Rande des M. sartorius mit der Fascia ileopectinea so verschmilzt, dass sie von einander nicht zu unterscheiden sind (s. Fig. 8, *Fip.*). Nach dem in der Figur dargestellten Querschnitt zu urtheilen, könnte man sogar sagen, dass die Fascia ileopectinea hauptsächlich an der Bildung des hier vor den Gefässen verlaufenden Blattes participire und dass das von der

äusseren Fläche des Sartorius kommende Blatt der Fascia lata hierbei nur zu einem kleinen Theile beihelfe. Ausserdem kann man an einem solchen Durchschnitt die Fortsetzung der Fascia transversalis unter das Poupart'-sche Band nicht bestimmt unterscheiden, obgleich vor der Vene und mehr medianwärts einige Schichten Fasergewebe zu sehen sind.

Indem ich mich jetzt der vorderen Wand des Schenkelcanals, welche von Einigen Fascia cribriformis (oder cribrosa) genannt wird, zuwende, bemerke ich zuerst, dass Linhart[1] auf Meinungsverschiedenheiten der Autoren über die Auffassung der Bildung dieser Fascie hingewiesen und die Ansichten in drei Kategorien eingetheilt hat: 1. die Fascia cribrosa ist ein Theil der Fascia superficialis und verwächst mit dem Rande des proc. falciformis; 2. sie bildet eine besondere Hülle, welche vom Rande des Proc. falciformis nach innen geht; und 3. sie und der Processus falciformis stellen Theile eines und desselben Blattes der Fascia lata dar, nur dass die Fascia cribriformis lockerer erscheint. Linhart selbst giebt zwei Definitionen der Fascia cribrosa, indem er sie von dem Festigkeitsgrade des Proc. falciformis abhängig macht. Ist letzterer in seinem lateralen Theil mehr fest, so bildet seine mediale Hälfte die Fascia cribrosa und in dem Falle, wenn der Proc. falciformis eine in seinem ganzen Verlaufe gleich starke Lamelle bildet, nennt Linhart Fascia cribriformis denjenigen Theil der Fascia superficialis, welcher medianwärts vom concaven Rande des Proc. falciformis liegt.

Die meisten Autoren (Blandin, Cruveilhier, Malgaigne, Nicaise, Paulet, Richet, Sappey, Tillaux) betrachten die Fascia cribriformis als einen vor den Gefässen im Schenkelcanal liegenden Theil der Fascia lata. Hierbei beschreiben sie auch den Proc. falciformis mit dessen unteren Horn, das obere hingegen wird als schwächer und nicht immer ausgeprägt angesehen. Die Oeffnung über dem unteren Horn für den Durchtritt der V. saphena betrachten diejenigen Autoren, welche eine äussere Oeffnung des Schenkelcanals nicht anerkennen, einfach als Gefässlücke. Velpeau, Henle, Hyrtl, Rüdinger, Graser betrachten hingegen die Fascia cribrosa als einen die Fossa ovalis verschliessenden Theil der Fascia superficialis. Cloquet, Lawrence, Scarpa, Seiler, Hesselbach gebrauchten die Benennung „Fascia cribriformis“ noch nicht, obgleich ihre Beschreibung der entsprechenden Theile sich nur wenig von der der vorhergehenden Autoren unterscheidet. Linhart und Sappey haben u. A. Abbildungen geliefert, in welchen die Fascia cribrosa in der Gestalt einer auf der ganzen Strecke des Schenkelcanals von Löchern durchbrochenen Lamelle ohne Spur eines Proc. falciformis dargestellt ist.

---

[1] A. a. O. S. 12—13.

Nach meinen Beobachtungen muss die Frage über die Bildung der Fascia cribrosa unter Vereinigung der angeführten Ansichten gelöst werden. In den meisten Fällen existirt das sogenannte obere Horn des Proc. falciformis, im Gegensatz zum unteren nicht, und jedenfalls muss man, um es zu erhalten, den lockeren Theil der Fascia lata vom Rande des Proc. falciformis abschneiden, welche eben erst dann vollkommen zum Vorschein kommt. Das untere Horn hat einen freien scharfen Rand, welchen man leicht veranschaulichen kann, indem man die Fascia superficialis von unten und aussen von der V. saphena entfernt. An der Stelle, welche dem oberen Horn entspricht, findet sich oben und innen, im Winkel zwischen dem Ende des lateralen Schenkels des Leistenringes und der Fascia pectinea ein etwas schmälerer Theil desjenigen Blattes der Fascia lata, welches vor den Gefässen liegt; dieses langgezogene (man nennt es dreieckiges) Ende der Fascia lata befestigt sich hier oben in verschiedener Weise, wie Henle ganz richtig bemerkt. Dieses Ende befestigt sich einmal an dem vorderen Rande des Arcus femoralis und zugleich mehr oder weniger tief an die Fascia pectinea, ein anderes Mal an die untere Fläche des lateralen Schenkels des Leistenringes. Sowohl in diesem wie in jenem Falle wird die Verlängerung dieses dreieckigen Blattes, indem es zur V. saphena herabsteigt, gewöhnlich bedeutend schwächer. Es verbindet sich hier lose mit der Fascia pectinea und wendet sich, wie ich bereits gesagt habe, etwas in die Tiefe und nach hinten um die vom Becken herausgetretene innere Wand der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis, mit der es sich vereinigt. Das untere Horn wurde immer vorgefunden, und zwar stellte es einen sichelförmigen Rand dar, mit welchem das geschilderte Blatt der Fascia lata in die Fascia pectinea übergeht. In der Nähe des unteren Horns, sowohl auf der Fascia pectinea, wie lateral und oben verwächst die Fascia superficialis hier fast bis zum Poupart'schen Band hin innig mit der Fascia lata; besonders nach aussen vom unteren Horn bekommt die Fascia superficialis eine lamellöse Natur und ist mit der Fascia lata in der Nähe des Randes des M. sartorius mitunter so fest verbunden, dass man sie nicht weiter nach aussen ablösen kann, sondern abschneiden muss. In manchen Fällen bildet die Fasia superficialis bei ihrer Vereinigung mit der Fascia lata unten gleichsam einen Halbmond, welcher nicht so deutlich ausgesprochen ist, etwa einen oder anderthalb Finger breit nach aussen vom unteren Horn des Processus falciformis. Im Verlauf des Arcus femoralis ist die Fascia superficialis schwächer mit ihm vereinigt, sie wird locker und fliesst oft unter dem inneren Ende des lateralen Schenkels des Leistenringes mit dem oben beschriebenen Blatt der Fascia lata gänzlich zusammen.

In Folge dieser Eigenschaften der geschilderten Theile der Fascia lata

und superficialis praesentirt sich die Wand des Schenkelcanals hier, vorne und innen, oft mit völlig zellgewebigen Eigenschaften, d. h. sie zeichnet sich hier durch die grösste Schwäche aus. Es hängt dies bekanntlich mit der grossen Zahl der Lymph- und Blutgefässe, welche hier in die Tiefe dringen oder nach aussen treten, wie auch von den meistens zwischen der Fascia superficialis und Fascia lata liegenden Lymphdrüsen ab. Die zusammenfliessenden Theile der Fascia lata und Fascia superficialis (oder kürzer ausgedrückt die Fascia cribriformis) setzen sich auf die Mündung der V. saphena fort. Die Verbindung der Fascia superficialis mit der Fascia pectinea ist unterhalb und medial von der Mündung der V. saphena fester als oben in der Nähe des lateralen Schenkels des Leistenringes; hieraus erhellt, dass die Cruralhernien die Neigung haben, sich entweder direct nach vorne, oder sogar etwas nach oben zu begeben.

Die beschriebenen Beziehungen und Eigenschaften der Lamellen sind theilweise auch an Celloidinschnitten von 6—9-monatlichen Kindern zu sehen. Unter Anderen ist das untere Horn immer deutlich ausgedrückt, welches in Sagittalschnitten als deutlich absetzender, mitunter etwas verdickter Rand der festen aponeurotischen Lamelle in deren Längsschnitt erscheint (siehe Fig. 7 *UH.*).

Was die Eingangsöffnung des Schenkelcanals anbelangt, so hat dieselbe bekanntlich überall eine fibröse Begrenzung: das Lig. Pouparti und Gimbernati vorn und medial, und die Fascia ileopectinea hinten, dort, wo sie die Beckenhöhle verlässt. Will man an der Eingangsöffnung des Schenkelcanals einen bis zu einem gewissen Grade dreieckigen Umriss anerkennen, so wird sie in Folge des Zusammenwachsens des beschriebenen Trichters mit ihrer ganzen Peripherie unter allen Umständen eine querovale Form haben, wie man dies von der Seite des Beckens aus sehen kann und worauf ich oben hingewiesen habe (siehe Fig. 5 bei *Tf. F.*). Unten hat der Schenkelcanal keine bestimmten Grenzen; indem er sich allmählich verengert, geht er aus der Fossa ileopectinea, zwischen dem M. rectus internus und Adductor longus, in die aponeurotische Scheide der Schenkelgefässe über, als deren erweitertes Anfangsstück er oben erscheint.

IV. Septum crurale.

Betrachten wir nach Entfernung des Bauchfellüberzugs von der hinteren Wand des Trigonum inguinale die Stelle, an welcher die Schenkelgefässe sich unter das Poupart'sche Band begeben, so sieht man in der Eingangsöffnung des oben beschriebenen Trichters nach innen von den Gefässen eine mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Vertiefung, was Veran-

lassung dazu gab, nur diese Vertiefung als Schenkelring zu betrachten.[1] Die von der zelligen Hülle umgebenen Gefässe treten in den Schenkeltrichter ein und ausserdem werden sie hier, in der Eingangsöffnung des Trichters oben und vorn von der Fortsetzung der Fascia transversalis celluleux Richets oder der Fascia propria der anderen Autoren bedeckt, welche hier, über den Gefässen, mit den umliegenden Theilen inniger verbunden und dicker ist (siehe Fig. 7 *Fp.*). Innen hingegen, in dem von den Gefässen nicht ausgefüllten Abschnitt des Trichters wird diese Fascia propria schwächer, indem sie die Eigenschaften von lockerem subserösen Zellgewebe annimmt. Man muss folglich, wenn man den Terminus „Septum crurale" beibehalten will, in unserem Sinne unter diesem Namen denjenigen Theil der Fascia propria oder des subserösen Zellgewebes verstehen, welcher die ganze Eingangsöffnung der trichterförmigen Gefässscheide resp. den ganzen Schenkelring bedeckt und ein wenig in denselben hineinragt und für gewöhnlich gelockert nur im inneren Segment des Trichters erscheint.

Die Meinungen über das Septum crurale sind getheilt. Einige Autoren haben von diesem Diaphragma einen sehr unbestimmten Begriff, wie von allen die Gefässe bei deren Ausgang durch die Lacuna vasorum befestigenden bindegewebigen Theilen. Die meisten fassen jedoch das Septum crurale als eine unter dem Peritoneum liegende und die Lacuna vasorum oben verdeckende Lamelle auf, wobei manche diesen Begriff augenscheinlich nur auf den inneren Theil der Gefässlücke beziehen. Wodurch diese Schicht gebildet wird, darüber herrschen auch verschiedene Ansichen. Viele Autoren glauben, dass diese Schicht nicht aus dem subserösen Zellgewebe allein bestehe. Mehr oder weniger im Sinne von Cloquet (siehe oben) wird das Septum crurale von Scarpa, Seiler, Blandin, Malgaigne, Hyrtl, Henle, Rüdinger, Richet, Tillaux und Graser aufgefasst. Als eine Schicht verdickten subserösen Zellgewebes (Fascia propria) wird das Septum crurale von Lawrence, Velpeau, Cruveilhier, Hesselbach, Linhart, Paulet und Sappey angesprochen. Nicaise nennt die innere Wand des Trichters auch Septum crurale, wobei er seiner eigenen Ansicht über den Schenkelring widerspricht: eine solche Anschauung ist vom Standpunkte derjenigen begreiflich, welche nur den innen von der Vene befindlichen Raum als Schenkelring auffassen.

V. Der interfasciale Raum vor den Schenkelgefässen.

Ich habe oben den interfascialen Raum erwähnt, welcher vor den Schenkelgefässen, zwischen der vorderen Wand der trichterförmigen Fort-

[1] *Fossette crurale* einiger französischen Autoren, die auch bei Vorhandensein des Bauchfellüberzugs manchmal deutlich ausgeprägt ist.

setzung der Fascia transversalis und der Fascia lata bleibt und habe an jener Stelle auch gesagt, dass dieser Raum eine geringe Menge Zellgewebe enthält, welches beide Blätter locker verbindet. Dieser Zwischenraum kann leicht mit durch Berlinerblau gefärbter Gelatinmasse injicirt werden, und dann kommt seine dreieckige, prismatische Gestalt deutlich zum Vorschein (siehe Fig. 6 *J.f.R*). Die Basis dieses Raumes reicht mitunter etwas unter das Poupart'sche Band und die Spitze pflegt in der Nähe des Anfangs des unteren Horns vom Processus falciformis verborgen zu sein. Die Injection geschieht in bequemer Weise mittelst der Waldeyer'schen Scheiben-Canüle folgendermaassen. Nach Abtrennung der Haut und des Unterhautzellgewebes im Trigonum crurale dringen wir mit kurzen, schichtenweisen Schnitten bis zur Fascia lata und schneiden in sie — wir wählen hierzu eine festere Stelle — ungefähr aussen und etwas nach oben vom Anfang des unteren Horns, einen kleinen Schlitz ein, durch welchen man eben die Scheibe der Canüle einführen kann. Während der Injection wird die Canüle durch einen Gehilfen zurückgezogen oder durch eine Klemme in einer solchen Lage fixirt, dass die Scheibe sich von innen an die Fascia lata fest anlegt. Man kann ausserdem die Weichtheile gleich oberhalb der Canülenscheibe mit einer Pincette festhalten und dann die erwärmte Masse unter mässigem, constanten Druck injiciren. War die Canüle nicht richtig eingeführt oder der Einschnitt in der Fascia lata zu gross, so werden fast nur die zelligen Zwischenräume in der Fascia cribrosa injicirt, wobei an der Stelle der Fossa ileopectinea sich vorn ein unregelmässig gestalteter, höckeriger Klumpen bildet, welcher aus einzelnen, mit Lymphdrüsen verschmolzenen Knoten besteht. Mittelst derselben Canüle gelingt es in dem Schenkelcanal auch die vorne, wie ich bereits gesagt habe, mit der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis innig vereinigte zellige Arterienscheide zu injiciren. Es entsteht auf diese Weise entweder eine mehr ovale, abgeflachte oder eine halbcylindrische Figur; die Masse dringt dabei nicht über die Grenze des Schenkelcanals; die zwischen den Gefässen liegende Scheidewand wird dabei natürlich gegen die Vene hin vorgewölbt.

VI. Schluss.

Es sei mir gestattet, um meine Meinung bezüglich der hier ausführlich abgehandelten nicht wenig verwickelten Fragen kurz praecisiren zu können, vorher noch einmal die geschichtliche Entwickelung unserer Kenntnisse vom Schenkelcanal und vom Gefässtrichter und von dem Verhältnisse beider zu einander ganz kurz zu berühren:

Die Beschreibung der von der Fascia transversalis gelieferten trichterförmigen Gefässscheide gehört A. Cooper an. Obgleich dessen Werk mit

vielen erläuternden Abbildungen erschienen ist, wurde der Cooper'schen Beschreibung augenscheinlich kein allgemeines Vertrauen entgegengebracht. Scarpa wenigstens, welcher an seiner Ansicht über den Schenkelcanal als ein von der Schenkelgefässscheide gänzlich verschiedenes Gebilde festhielt, gab die Möglichkeit des Austritts von Hernien durch diese Scheide nicht zu, während Taf. III Fig. 9 des Cooper'schen Atlas dies sehr übersichtlich illustrirt. Auch die nach Cooper's Arbeit erschienenen Untersuchungen Thomson's, welche die Existenz des „Entonnoir femorali-vasculaire," d. h. der trichterförmigen Gefässscheide, wieder bewiesen haben, konnten ihr nicht verhelfen, sich in der Literatur zu erhalten. Cloquet, Velpeau, Blandin und Malgaigne verwarfen die trichterförmige Gefässscheide und sprechen nur von einem dreieckigen prismatischen Schenkelcanal, durch welchen Gefässe verlaufen und durch dessen inneren Theil auch Hernien zu Tage treten. Später wurde die im Schenkelcanal liegende trichterförmige Gefässscheide, deren Wände mit den Canalwänden in der Fossa ileopectinea zusammenfliessen und von wo sich die aponeurotische Gefässscheide weiter fortsetzt, durch die Arbeiten von Pirogoff, Linhart und Nicaise wieder der Vergessenheit entrissen; trotzdem aber und trotz der hernach erschienenen ausführlichen Beschreibung von Richet, welche jedoch hauptsächlich nur den inneren Theil des Trichters betreffen, ist die trichterförmige Scheide von manchen Autoren wieder übersehen worden. Sappey und Tillaux z. B. kehrten zu den Anschauungen, welche von Cloquet, Velpeau u. A. vertheidigt wurden, zurück.

Womit kann dieses Schwanken der Ansichten erklärt werden? Meiner Ansicht nach muss die Ursache in dem Dualismus gesucht werden, welcher sich bei der Lösung der Frage einerseits — trichterförmige Scheide, andererseits — Schenkelcanal, darbot; die Sache schien in dieser Gestalt etwas complicirt und deshalb fing man wieder an, nur von einem Schenkelcanal im Sinne von Cloquet u. A. zu sprechen.

Auf Grund meiner Beobachtungen kann ich die Untersuchungen von Pirogoff, Linhart und Nicaise über die trichterförmige Gefässscheide bestätigen. Vom descriptiv-anatomischen Standpunkte liegt darin ein bedeutendes Interesse, dass eine trichterförmige Fortsetzung der Fascia transversalis sich auch unterhalb des Poupart'schen Bandes auf den Oberschenkel hin erstreckt. Andererseits aber wissen wir, dass die Wände dieser trichterförmigen Fortsetzung nur vorn mehr selbständig und mit den Wänden des Schenkelcanals schwächer verbunden sind und dass an der Eingangsöffnung beide Bildungen vollkommen zusammenfliessen. Nach Feststellung dieser Thatsache scheint es mir demnach erlaubt, dass man für topographisch- oder chirurgisch-anatomische Zwecke die Fortsetzung der Fascia transversalis vernachlässigen könne und einfach von einem

trichterförmigen oder prismatischen Schenkelcanal, als von einem in der Fossa ileopectinea befindlichen erweiterten Anfangstheil der fascialen Scheide der Schenkelgefässe sprechen dürfe. Die in diesem Raume verlaufenden Gefässe sind ausserdem noch von besonderen bindegewebigen, von der Fascia propria Cooperi herstammenden Scheiden umkleidet.

Wir können also — unter Vernachlässigung des Trichters der Fascia transversalis — sagen, dass eine herniöse Ausstülpung in die fasciale Gefässscheide geschehe; sie begiebt sich durch das innere freie Segment der Eingangsöffnung der Scheide zu dem schwachen inneren Theil seiner vorderen Wand, oder — was dasselbe ist — die Hernie tritt durch den inneren Theil des Schenkelcanals, indem sie von der V. cruralis durch deren zellige Scheide getrennt wird, welche an der Berührungsstelle mit der Herniengeschwulst besonders dünn zu sein pflegt. Bei einer solchen Ansicht liegt keine Nothwendigkeit vor, gesondert von einem anatomischen und einem pathologischen Canal zu sprechen (Nicaise). Cruveilhier's Meinung ist die richtige: der Schenkelcanal ist der „Canal des vaisseaux fémoraux.“ Behält man dies stets im Auge, so kann man mit vollem Recht die kürzere Benennung „Canalis femoralis“ beibehalten. Nicht nur, weil dieser Terminus alt und allgemein bekannt ist, sondern auch vom praktischen Gesichtspunkt aus ist die Erhaltung desselben nothwendig.

Was den Ort und die Art der Einklemmung von Schenkel-Hernien anbelangt, worüber nicht wenig gestritten wurde, so könnte ich noch bemerken, dass hier wahrscheinlich der Umstand eine der wichtigsten Rollen spielt, wie tief das sogenannte obere Horn des Proc. falciformis sich an die Fascia pectinea befestigt, worauf schon Henle seine Aufmerksamkeit gerichtet hat. Ich glaube, dass in Fällen, in denen diese Befestigung tief stattfindet, die Länge des Bruchsackhalses bedeutend und der Umfang desselben gering sein wird und dass, wenn die Hernie, nachdem sie durch die Bündel der Fascia cribrosa hindurchgetreten ist oder dieselbe sogar einfach stark ausgedehnt hat, nach oben gerichtet ist, sehr leicht eine Umbiegung des Bruchhalses und folglich auch eine Strangulation seines Inhaltes stattfinden kann.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. IV u. V.)

Fig. 1 ist nach einem Praeparat von einer Frau in den mittleren Jahren gezeichnet. Die Arteria und Vena femoralis sind injicirt.

Trigonum femorale und trichterförmige Fortsetzung der Fascia transversalis unter das Poupart'sche Band (*L P.*), welches ein wenig nach oben gezogen ist. Die Fascia lata (*F l.*) ist durch einen *T*-förmigen Schnitt abgetrennt, die Lappen sind von dem Trichter abgelöst. Der Trichter (*Tf F.*) und die darunter liegende Fascia propria (*Fp.*) sind quer aufgeschnitten. Die Muskelscheiden sind ebenfalls eröffnet. Der Ueberrest der entfernten Fascia superficialis (*Fs.*) ist zusammen mit demjenigen Theil der Fascia lata, welcher innen mit dem Trichter verwächst, in die Tiefe der Fossa ileopectinea gerichtet. Man sieht auch den Uebergang dieser Fascien auf die V. saphena (*V s.*).

L P. Ligamentum Poupartii. — *S.* M. sartorius. — *Ad.* M. adductor longus. — *Pc.* M. pectineus. — *Ip.* M. ileopsoas. — *Fs.* Fascia superficialis, welche längs des Poupart'schen Bandes bei ihrer Verbindung mit demselben kurz abgeschnitten ist. — *Fl.* Fascia lata. — *Tf F.* trichterförmige Fortsetzung der Fascia transversalis in der Fossa ileopectinea. — *Fp.* Fascia propria (subseröse Schicht). *Ae.* Art. epigastrica inf. — *Li.* Ramus n. lumboinguinalis. — *Ac.* die im Pirogoff'schen zweiten Segment unterhalb des Trichters liegende A. cruralis; man sieht ihre beiden Scheiden: die fibröse und die zellige. — *Zs.* zellige Arterienscheide. — *HB.* hinteres Blatt der Scheide des M. sartorius, welches oben auch die äussere Wand der Scheide des M. ileopsoas bildet. — *Vs.* Vena saphena int. — *Cfl.* N. cutaneus femoris lateralis. — *Cr.* Rami cutanei n. cruralis. — *Aie.* Annulus inguinalis externus. — *Lr.* Lig. rotundum uteri. — *La.* N. labialis anterior.

Ein Theil der hier angeführten Buchstaben wird in den folgenden Abbildungen bei deren Erklärung nicht wiederholt werden; diese Buchstaben mögen hier nachgesehen werden.

Fig. 2. Die Zeichnung ist nach einem von einem jungen Weibe stammenden Praeparate angefertigt.

Die Schichten der Bauchwand sind unten dicht über dem Poupart'schen Bande mit einem *T*-förmigen Schnitt bis zur Fascia transversalis freigelegt. Die Lappen sind nach unten und zur Seite zurückgeschlagen. Das Poupart'sche Band (L P.) ist von der Verbindung mit der Fascia transversalis getrennt, um die Beziehungen des Trichters auf der ganzen Strecke des Lacuna vasorum zur Ansicht zu bringen. Die Fascia lata (*Fl.*) ist hier in der Fossa ileopectinea vom vorderen Rande des Lig. Poupartii abgeschnitten, bleibt aber mit der sie bedeckenden Fascia superficialis in Verbindung. Die Fascia lata war hier innen mehr gegen die untere Fläche des lateralen Schenkels des Lig. Poupartii gerichtet; in der Tiefe sieht man ihre Verbindung mit

dem vom Lig. Gimbernati ausgehenden inneren Theil des Trichters (*I T T.*). Das Lig. Gimbernati selbst ist nicht zu sehen. Die vordere Wand des Trichters ist der Länge nach an zwei Stellen, an der Arterie und an der Vene, eröffnet; die Schnittränder klaffen weit auseinander. Auch die zelligen (eigentlichen) Scheiden für die Arterie und Vene sind geöffnet. Der ganze untere Theil der Fascia transversalis (*Ft.*) ist im Zusammenhang von der Bauchwandung abpraeparirt; innen, in der hinteren Wand des Leistenkanals wurde ein Einschnitt gemacht, durch welchen die Vasa epigastrica inferiora (*V v e.*) zu sehen sind.

Aoe. Aponeurose des M. obliquus externus und ein Theil des Lig. Poupartii. — *Toi.* die vereinigten Mm. transversus et obliquus internus abdominis. — *Ft.* Fascia transversalis. — *Tf. F.* trichterfärmige Fortsetzung der Fascia transversalis. — *Hwi.* hintere Wand des canalis inguinalis. — *Vc.* Vena cruralis. — *Ape.* Art. pudenda externa. — *Aci.* A. circumflexa ilei. — *Ili.* N. ileoinguinalis. — *Vve.* Vasa epigastrica. — *I. T. T.* innerer Theil des Trichters.

Fig. 3. Das Praeparat stammt von einer mit einer beiderseitigen Schenkelhernie (*SB.*) und einer Hernia inguinalis externa simistra (*LB.*) behafteten alten Frau.

Ausser dem in Fig. 1 abgebildeten sieht man im Trigonum crurale die Beziehung der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis (*Tf F.*) zur Herniengeschwulst (*SB.*). Die Aponeurose des M. obliquus externus unten, resp. das Lig. Pouparti war dünn und schwach und die Abtrennung desselben in der Fossa ileopectinea von der Fascia lata und Fascia transversalis wurde fast ohne Scalpell bewerkstelligt. Die vom unteren Theil der Bauchmuskeln abpraeparirte Fascia transversalis (*Ft.*) ist etwas nach oben gezogen; die abgetrennten Mm. transversus und obliquus internus sind nach hinten zurückgeschlagen. Von der Schenkelherniengeschwulst sind ihre äusseren Hüllen abpraeparirt: die Fascia superficialis (*Fs.*) und Fascia lata resp. Fascia cribrosa (*Fc.*) und ihre von der Bauchhöhle stammenden Hüllen (*Fp.* u. *Bs.*) sind eingeschnitten. Die Hüllen der Leistenhernie (*LB.*) sind bis auf den Bruchsack geöffnet.

Aoe. Aponeurose des M. obliquus externus. — *L P.* Ligam. Pouparti. — *Fc.* Fascia cribrosa (der der Fascia lata angehörende Theil). — *Fs.* Fascia superficialis. — *Ft.* Fascia transversalis. — *Tf F.* Trichterförmige Fortsetzung der Fascia transversalis. — *S B.* Schenkelhernie mit ihren abdominalen Hüllen: *Fp.* Fascia propria und *Bs.* Bruchsack *Fk.* Fettklumpen am unteren Pol der Herniengeschwulst, welcher sich aus der Ansammlung subserösen Fettes gebildet hat. — *Vc.* Vena cruralis, bedeckt von einer sehr dünnen zelligen Scheide (letztere ist in der Figur nicht deutlich). — *LB.* Leistenhernie. — *HB.* hinteres Blatt der Scheide des M. sartorius. — *Rm.* Rami musculares des N. femoralis.

Fig. 4. Das Praeparat stammt von einem jugendlichen Manne.

Durch die ganze Dicke der Theile bis zu den Gefässen ist mit einem Rasirmesser ein Längsschnitt im unteren Theil der Bauchwand und im Trigonum femorale gemacht. Dann sind die Lappen beim schichtenweisen Praepariren nach den Seiten zurückgelegt. Die trichterförmige Fortsetzung der Fascia transversalis war an diesem Praeparat rings um die Gefässe abgelöst. Die Lappen der Fascia transversalis (*Ft.*) sind oben durch Haken zurückgezogen. Zwischen der hinteren äusseren Wand des Schenkelkanals und der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis (*Tf F.*) befand sich eine bedeutende Schicht ziemlich festen Zellgewebes (*Zgs.*).

Aoe. Aponeurose des M. obliquus externus, welche innen — nach unten und im äusseren Theil zusammen mit den Muskeln — nach hinten zurückgeschlagen ist. — *L P.* Lig. Pouparti. — *Toi.* Mm. transversus und obliguus internus abdominis. —

Ft. Fascia transversalis. — *Tf F.* deren trichterförmige Fortsetzung — äusserer und innerer Lappen. — *Sw.* Zwischenwand der zelligen Gefässscheide. — *Fl.* Fascia lata *Fl. a* und *Fl. b* Lappen ihres Blattes vor der Fortsetzung der Fascia transversalis in der Fossa ileopectinea gelegen. *Zgs.* Zellgewebsschicht zwischen der hinteren äusseren Wand des Canalis cruralis und der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis. — *Vc.* Vena cruralis, zusammen mit der Fascia transversalis etwas nach oben zurückgezogen; die Vene verband sich mit ihr mittelst der Fascia propria (subseröse Schicht). — *Fp.* Fascia propria. — *Ac.* Art. cruralis mit eröffneter zelliger Scheide. — *H B.* Hinteres Blatt der Scheide des M. sartorius, resp. vordere Wand der aponeurotischen Gefässscheide unterhalb ihres zweiten Abschnittes nach Pirogoff (wo die Gefässe vom M. sartorius bereits bedeckt sind). — *Sf.* Schnittfläche des M. sartorius. — *Sst.* Samenstrang. — *Cr.* Ramus v. cruralis.

Fig. 5. Das Praeparat stammt von einer Frau in den mittleren Jahren.

Fascia transversalis und ihre trichterförmige Fortsetzung vom Becken aus gesehen. Die Fascia transversalis ist von der Bauchwand getrennt und mittelst Haken festgehalten. Fascia propria (subseröse Schicht wurde auch aus der Fossa iliaca entfernt; nur ein Theil der Fascia propria (*Fp.*) ist hinter dem Ramus horizontalis pubis (*Rp.*) sichtbar, wo sie sich vor der Harnblase (*Vu.*) in das Beckenzellgewebe (*Zg.*) fortsetzt. Die Gefässe (*Ai.* u. *Vi.*) treten in den Trichter (*Tf F.*) umgeben von ihren zelligen (eigentlichen) Scheiden (*Zs.*), welche an einigen Stellen der Länge nach eröffnet ist.

Lw. Lumbalwirbel. — *Kb.* Kreuzbein. — *Rp.* Ramus horizontalis pubis (Oberfläche der Symphyse). — *R.* M. rectus abdominis. — *Ft.* Fascia transversalis. — *Tf F.* Anfang der trichterförmigen Fortsetzung der Fascia transversalis durch die Lacuna vasorum, oder Schenkelring (Annulus femoralis). — *Fi.* Fascia iliaca; durch einen in derselben befindlichen Einschnitt sieht man den M. iliacus internus (*Mi.*). — *Aii.* Annulus inguinalis internus. — *Zg.* Beckenzellgewebe. — *Fp.* ein Theil der Fascia propria. — *Zs.* zellige Arterien und Venenscheide, hier ziemlich dick, weil die subseröse Schicht fettreich war. — *Ai.* A. iliaca externa. — *Vi.* V. iliaca externa. — *Vve.* Vasa epigastrica, Arterie begleitet von zwei Venen. — *rp.* Ramus pubicus art. epigastricae inf. mit der entsprechenden Vene. — *Vvci.* Vasa circumflexa ilei, Arterie und Vene, verborgen unter der Fascia transversalis dort, wo sie mit der Fascia iliaca verwächst. — *cfe.* N. cutaneus femoris ext. vom Plex. lumbalis. — *Ut.* Uterus, mit zur Mittellinie herabgesenktem Fundus. — *Lr.* das in den inneren Leistenring eintretende und durch die tief liegende Gebärmutter stark gespannte Lig. rotundum uteri. — *T F.* Tuba Fallopii. — *Vu.* Vesica urinaria. — *Ur.* Urethra. — *Sch.* Vagina (eröffnet). — *Urt.* Ureter.

Fig. 6. Das Praeparat stammt von einem ältlichen schmächtigen Manne.

Mittelst der beschriebenen Methode wurde der vor den Gefässen, in der Fossa ileopectinea, zwischen der Fascia lata und der Fortsetzung der Fascia transversalis unter dem Poupart'schen Band befindliche zwischenaponeurotische Raum mit Gelatinmasse injicirt. Dann wurde der der vorderen Wand des Zwischenraumes entsprechende Theil der Fascia lata entfernt und die Reste (*Fl.*) desselben an den Rändern umgebogen. Die auf diese Weise entstandene Figur hat eine dreieckige, bis zu einem gewissen Grade prismatische Form mit abgerundeten Ecken und ist von vorn nach hinten etwas zusammengedrückt. An anderen Praeparaten war diese Form nach oben hin schmäler, von vorn nach hinten hingegen dicker, und die Basis war mehr oder weniger unter dem Poupart'schen Bande verborgen.

L P. Lig. Pouparti. — *Fs.* Fascia superficialis. — *Fl.* Fascia lata. — *H P.* hinteres Blatt der Scheide des M. sartorius. — *Vs.* V. saphena. — *r v.* Ramus venosus subcutaneus aus der Schamgegend. — *Pe.* M. pectineus. — *Ad.* M. adductor longus. — *S.* M. sartorius. — *Ip.* M. ileopsoas. — *Cfl.* N. cutaneus femoris externus. — *Cr.* Ramus cutaneus n. cruralis. — *Sst.* Samenstrang.

Fig. 7. Sagittalschnitt durch den Leistenschenkelbug eines 6-monatlichen Kindes. Der Schnitt hat die Arterie etwas schräg getroffen und geht zwischen dem M. pectineus und M. ileopsoas hindurch.

Rp. Ramus horizontalis pubis. — *Cp.* Cavum peritonei. — *Hzg.* Haut, Unterhautzellgewebe und Fascia superficialis. — *Aoe.* Aponeurose des M. obliqu. ext. — *L P.* Lig. Pouparti. — *H.* Umbiegung desselben (Haken). — *T Bfs.* tiefes Blatt des Fasc. superfic. — *Toi.* vereinigte, quer durchschnittene Bündel des M. transversus u. obliqu. int. abdom. — *Ft.* Fascia transversalis, welche hier mit *H.* zusammenhängt. — *Fft.* deren Fortsetzung unter dem Poupart'schen Band. — *Fp.* Fascia propria. — *P.* Peritoneum. — *N.* Ramus ex plexu lumbali. — *Fl.* Fascia lata. — *Fcr.* Fascia cribrosa. — *UH.* unteres Horn d. Proc. falciformis. — *Af.* Art. femoralis. — *Vci.* quer durchschnittene V. circumflexa ilei. — *Zs.* zellige Hülle der Arterie. — *S.* M. sartorius. — *Ad.* Adductoren. — *L D.* Lymphdrüsen. — Ungefähr dreifache Vergrösserung.

Fig. 8. Querschnitt vom Trigonum femorale des Leistenschenkelbugs von einem 8-monatlichen Kinde; der Schnitt ist fast horizontal unmittelbar unter dem Poupart'schen Bande angelegt; der laterale Schenkel des Annulus inguinalis ext. ist theilweise mit getroffen. Ca. 4-fache Vergrösserung.

Rp. Ramus horizontalis pubis. — *Pc.* M. pectineus. — *Ip.* M. ileopsoas. — *S.* M. sartorius. — *Sst.* Samenstrang; in ihm *vd.* Vas deferens. — *Ce.* Crus externum annuli inguinalis externi (resp. Lig. Gimbernati). — *Bm.* ein Theil der breiten Bauchmuskeln. (Die Ebene des Schnittes war ein wenig nach hinten geneigt, weshalb diese Muskeln oben getroffen sind, wahrscheinlich auch deshalb, weil bei der Bearbeitung des Praeparats die Bauchwand nach vorn gefallen war; es sind auch fast quer die in den Canalis obturatorius hineingehenden Theile durchschnitten). — *Ac.* A. cruralis. — *Vc.* V. cruralis. — *Ves.* V. epigastrica superficialis. — *Fs.* Fascia superficialis. — *Fl.* Fascia lata. — *Fip.* Fascia ileo-pectinea. — *Nc.* N. cruralis. — *Zg.* Zellgewebe im inneren Theil des Schenkelkanals. — *Vno.* Vasa et nervus obturatoria.

Ueber eine Varietät des Verlaufes der Arteria thyreoidea superior.

Von

Dr. med. S. Delitzin

in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel VI.)

Mit dem vorliegenden kurzen Aufsatze will ich auf einen ungewöhnlichen Arterienast im Gebiete der Verzweigung der Arteria thyreoidea superior aufmerksam machen. Der Fall wurde anfangs nicht zur Veröffentlichung bestimmt. Da ich aber einerseits weder in Quain's[1] und Tiedeman's[2] Folianten, in dem umfangreichen Varietäten-Verzeichniss von Krause,[3] noch in den mir zur Hand stehenden Lehr- und Handbüchern der Chirurgie[4] eine Erwähnung dieser Art von Gefässanordnung finden konnte, und da mir die Anomalie andererseits auch praktisch von Bedeutung erschien, hielt ich es nicht für überflüssig dieselbe zu beschreiben.

Es handelt sich um eine eigenthümliche Verästelung der Arteria thyreoidea superior, welche ich in der letzten Zeit an einer kräftig gebauten, beleibten, männlichen Leiche im Petersburger Anatomicum getroffen habe. Die Arteria thyr. sup., normal entsprungen, theilte sich, nach der Abgabe ihrer Aeste zum Kehlkopf und zur Schilddrüse in der Höhe der oberen Trachealringe in drei Aeste, von denen zwei schwächere sich zum vorderen und hinteren Rande des Kopfnickers begaben, der dritte, aber viel stärkere (2 mm), welcher die directe Fortsetzung des Hauptstammes zu sein schien,

[1] Quain, *Anatomy of the arteries* etc. London 1844.
[2] Tiedeman, *Tabulae arteriarum*. Carlsruhe 1822.
[3] Henle's *Gefässlehre*. 1876.
[4] Albert, Linhart, Volkmann, Stromeyer (*Beiträge zur operativ. Orthopaedie*. Hannover 1838) u. A.

verlief hinter dem vorderen Rande des M. sternomastoideus, in seiner Scheide eingeschlossen, nach abwärts. Unter allmählicher Kreuzung des Sternomastoideus gelangte er bis zur Spalte zwischen den beiden Ursprungstheilen des Muskels, ging, im Unterhautzellgewebe eingebettet, vor dem Schlüsselbein herab und verschwand, in feine Zweige zerfallen, zwischen den oberen Bündeln des M. pectoralis major. Diese Gefässanordnung war an beiden Seiten des Halses vorhanden, doch war die Arterie an der linken Seite nicht so stark entwickelt und reichte nicht so weit nach abwärts als an der rechten.

Für die durch diese Arterie versorgte Gegend kommen gewöhnlich die Ernährungszweige aus der Art. mammaria interna. Namentlich geben Henle[1] und Luschka[2] an, dass zwischen den Zweigen dieses Stammes ein Ast existire, welcher, aus der ersten Arteria perforans entspringend, zuweilen auch durch einen Zweig der Arteria transversa scapulae vertreten, über dem Schlüsselbein zwischen dem Sternal- und Clavicularursprung des M. sternocleidomastoideus nach aussen gelangt und dem M. pectoralis major sowie den Ursprüngen der vorderen Halsmuskeln Zweige giebt. An meinem Praeparate war die Ursprungsstelle dieses Astes auf die Arteria thyreoidea superior übertragen.

Aus dem beigelegten halbschematischen Umrisse wird der Verlauf der Arterie, so auch ihre Bedeutung für die am unteren Drittel des M. sternomastoideus vorgenommenen chirurgischen Eingriffe deutlich ersichtlich. Die eben beschriebene Anomalie hat, nach meiner Meinung, eine gewisse Bedeutung bei der Aufsuchung der Art. carotis communis zwischen den beiden Ursprungstheilen des Kopfnickers, nach der Methode von Sédillot, und bei der subcutanen Durchschneidung des M. sternocleidomastoideus.

---

[1] Henle's *Gefässlehre.* 1876. S. 129.

[2] Luschka, *Die Anatomie der Brust des Menschen.* Tübingen 1863. S. 202.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI, Fig. 1.)

Cc. A. carot. comm. — *Ce.* A. carot. ext. — *Ci.* A. carot. int. — *Cl.* Clavicula. — *Cr.* Art. cricoidea. — *Crth.* A. crico-thyreoidea. — *Dsc.* Absteigender Ast der A. thyr. sup. — *Gl.* Ramus glandularis art. thyr. sup. — *Glth.* Glandula thyreoidea. — *Hy.* Os hyoideum. — *L.* A. lingualis. — *Ls.* A. laryng. sup. — *Me.* A. max. ext. — *Oc.* A. occipit. *Pmj.* M. pect. major. — *Sc'*—*Sc⁴*. Arteriae sternocleidomastoideae — *St.* Sternum. — *Th-Cart.* thyreoidea. — *Thsu.* A. thyr. sup. — *Tr.* Trachea.

Die punctirte Linie bezeichnet die Ränder des Kopfnickers in seinem unteren Drittel.

Beobachtungen über die vierte Halbmondklappe in der Arteria pulmonalis.

Von

Dr. med. S. Delitzin

in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. VI.)

An eine Serie von Mittheilungen über das Vorhandensein einer überzähligen Semilunarklappe im Ostium arteriosum dextrum erlaube ich mir die vorliegende kurze Beschreibung der vier von mir beobachteten Praeparate hinzuzufügen.

Die älteren Beobachtungen dieser Art (Morgagni, Petsche, Penada Huber) sind bekanntlich von Meckel[1] citirt. Letzterer selbst besass fünf Exemplare dieser Anomalie. Die späteren Beobachter (Kolisko,[2] Wallman,[3] Klob,[4]) haben nicht nur das anatomische, sondern auch das klinische Bild dieser Anomalie vorgestellt. Im Jahre 1866 erschien die zweite Ausgabe von Peacock's[5] Vorlesungen über die Missbildungen des Herzens. Derselbe gründete seine Angaben auf eine bedeutende Zahl (8) eigener Praeparate und gab eine Classification und eine Theorie der Entstehung

---

[1] Meckel, *Handbuch der patholog. Anatomie.* 1812. S. 139.

[2] Kolisko, Insufficienz der Pulmonal-Arterienklappen. *Zeitschr. der k. k. Ges. der Aerzte zu Wien.* 1859. S. 113, 257.

[3] Wallman, *Oesterr. Zeitschr. f. prakt. Heilk.* 1860. Nr. 27.

[4] Klob, Beiträge zur Pathologie der Pulmonal-Arterienklappen. *Medic. Jahrbücher.* 1861. S. 101.

[5] Thomas B. Peacock, On malformations of the human heart. London 1866.

dieser Anomalie. In der neuesten Zeit ist die Reihe solcher Berichte mit dem im Jahre 1886 erschienenen Aufsatze von Martinotti[1] bereichert worden. Gelegentlich haben sich in kurzer Zeit auch in meiner Praxis zwei ganz analoge Praeparate gefunden. Es war meine Absicht diese zwei zu beschreiben, ausserdem erhielt ich von Hrn. Professor A. Tarenetzky die Erlaubniss noch zwei Exemplare dieser seltenen Klappenanordnung, welche sich in seiner umfangreichen Collection von Herzensanomalien befinden, zusammen mit den von mir getroffenen zu veröffentlichen. Eine kurze Beschreibung derselben soll zum Inhalt der vorliegenden Notiz dienen.

Alle vier Praeparate sind aus dem Secirsaale des Petersburger Anatomicum (*Militär-Medicinische Academie*) genommen. Sie gehören erwachsenen Leichen, deren Geschlecht, Alter und Todesursache nicht mehr zu bestimmen sind. Sie sind alle vier im verdünnten Alcohol aufbewahrt; einige sind, wie es bei der Massenarbeit der Studenten nicht selten vorkommt, ungeschickt geöffnet und fast an allen ist die überzählige Pulmonalklappe gerade in die Scheere gefallen und entzwei geschnitten. Die Arteria pulmonalis besitzt an allen Praeparaten vier ganz scharf von einander getrennte Taschenklappen von verschiedener Grösse. Ich konnte keine Spur von Leisten oder Balken, welche Klob und Martinotti an denselben gesehen und beschrieben haben, bemerken. In der Mehrzahl wurden die sogenannten Valvulae fenestratae beobachtet, d. h. es waren mehrere kleine Oeffnungen von verschiedener Form und Grösse am freien Rande der Klappen vorhanden. Die Noduli Arantii waren gut entwickelt wie an den normalen so auch an der überzähligen Klappe.

Ueber diese letztere habe ich Folgendes zu bemerken:

Erstens die Grösse derselben. An den vier Praeparaten betrug die Chorde des den Sinus Valsalvae begrenzenden Bogens:

am Praeparate I 8 ^{mm}, II 10 ^{mm}, III 12 ^{mm}, IV 13 ^{mm},

während die grösste Klappe mass:

am Praeparate I 22 ^{mm}, II 20 ^{mm}, III 23 ^{mm}, IV 25 ^{mm}.

Der Unterschied ist zwar nicht unbedeutend, doch hatte die supernumeräre Klappe in keiner Weise das Aussehen einer „auffallend kleinen, unvollkommen entwickelten, verkümmerten oder sehr zarten" Bildung. Sie hatte wenigstens das Volum einer grossen Erbse; bildete also eine Tasche, welche Klob für eine verhältnissmässig sehr grosse[2] hält.

Der zweite Umstand, den ich erwähnen möchte, betrifft die Lage der überzähligen Klappe im Ostium pulmonale. Sie besass keine ihr speciell

[1] Martinotti, Sulle anomalie numeriche del valvoli semilunari del cuore. Autorreferat. *Anatomischer Anzeiger.* 1886. Nr. 5. S. 117.

[2] Klob, A. a. O. S. 103.

eigenthümliche Stellung weder in Beziehung zu den übrigen Taschenklappen, noch zu der Peripherie der Schlagader.

Sie war in keinem Falle in einer niederen Linie, sondern in demselben Niveau wie alle anderen gelegen.[1] Also waren die Spitzen von allen drei Spatia intervalvolaria in einer und derselben horizontalen — inwieweit man hier diesen Ausdruck benutzen kann — Ebene nebeneinander eingestellt.

Ueber die Beziehung der accessorischen Semilunarklappe zu der Peripherie der Lungenschlagader glaube ich einige Vorbemerkungen machen zu müssen. Man unterscheidet gewöhnlich eine vordere Klappe und zwei hintere in der Arteria pulmonalis, dagegen eine hintere und zwei vordere in der Aorta. Luschka[2] nimmt in der Arteria pulmonalis eine rechte und zwei linke, in der Aorta — eine linke und zwei rechte Klappen an. Henke[3] geht noch weiter in dieser Richtung und es kommt, wie seine Schnitte zeigen, die sogenannte linke hintere Taschenklappe in der Arteria pulmonalis gerade nach hinten, die sogenannte rechte vordere in der Aorta gerade nach vorne zu liegen u. s. w. Jedenfalls aber stossen in beiden Ostien je zwei Klappen da zusammen, wo die ersteren einander anliegen und je eine liegt diesen gegenüber auf der Seite, wo sie von einander abwenden. Diese Einrichtung soll durch die Entwickelungsgeschichte der Semilunarklappe bedingt werden, wie es Prof. His in seinen Beiträgen zur Anatomie des menschlichen Herzens nachgewiesen hat. „Es bleiben, sagt er, die Klappendreiecke immer einander zugewendet."[4] Dies sind nun offenbar, nach der alten Ansicht die Dreiecke zwischen zwei hinteren Klappen in der Arteria pulmonalis und zwei vorderen in der Aorta.

Der deutliche Widerspruch in den obengenannten Bestimmungen der Lage der einzelnen Klappen in beiden Arterien rührt natürlich davon her, wie man sich die gegenseitige Lage beider Ostien denkt. Will man die Lage der Klappen genauer bestimmen, so muss man das mit Rücksicht auf die normale Stellung des Herzens thun. Von diesem Standpunkte aus ist die Vergleichung von drei Abbildungen, welche von Henle, Luschka und Braune entworfen sind, besonders lehrreich. An der ersten[5] liegt die Arteria pulmonalis gerade vor der Aorta, und man sieht in der A. pulmonalis eine vordere, eine rechte hintere und eine linke hintere Klappe; in der Aorta umgekehrt: eine hintere, eine rechte vordere

[1] Vgl. Klob, a. a. O. S. 103.

[2] Luschka, Die Anatomie der Brust des Menschen. Tübingen 1863. S. 357, 363.

[3] Henke, Construction der Lage des Herzens in der Leiche aus einer Serie von Horizontalschnitten. Tübingen 1883. S. 19.

[4] His, Beiträge zur Anatomie des menschlichen Herzens. Leipzig 1886. S. 8.

[5] Henle, Grundriss der Anatomie des Menschen. 1883. Text. S. 244, 245. Atlas Taf. CLXXXVI. Fig. 1.

und eine linke vordere. Auf der Abbildung von Luschka[1] kommt die Arteria pulmonalis schon mehr nach links von der Aorta zu liegen, da sieht man in der ersten eine linke vordere, eine linke hintere und eine rechte Klappe; in der letzten — eine rechte vordere, eine rechte hintere und eine linke. An dem musterhaften Schnitte von Prof. Braune[2] ist die Arteria pulmonalis noch weiter nach links gelegen und so findet man in derselben eine rechte vordere, eine linke vordere und eine hintere Semilunarklappe, während in der Aorta — eine rechte hintere, eine linke hintere und eine vordere sich befindet. Die von Prof. Braune gegebene Abbildung halte ich von besonders überredender Kraft. Der Schnitt wurde an einer jungen normal gebauten, ganz frischen, unversehrten Leiche geführt, welche die richtige Stellung der Wirbelsäule und — was für die Lage des Herzens von ganz besonderer Wichtigkeit ist[3] — vollständig gesunde Lungen besass Dazu will ich noch hinzufügen, dass die Säge gerade über die Klappengegend geführt worden war. So sieht man nicht die abgeschnittenen Theile der Taschenklappen, sondern alle sechs unberührten Valvulae semilunares in toto, in ihrer unbedingt normalen Lage an dem sich im uneröffneten Cadaver befindenden Herzen. Auf diese Weise ist man im Stande an dieser Abbildung über die gegenseitige Lage der Semilunarklappen aus directer Betrachtung derselben und nicht aus theoretischen Voraussetzungen und Verlegungen zu schliessen.

An ausgeschnittenen Herzenspraeparaten konnte ich die Lage der Klappen nur in indirecter Weise bestimmen. Da es ziemlich schwer und unbequem erschien sich zu orientiren, besonders wenn die grossen Gefässstämme zerschnitten waren, so habe ich gesucht, die Frage durch ein eigenthümliches Hilfsmittel zu entscheiden. Ich benutzte nämlich zu diesem Zwecke einen Stich, welchen ich mittelst einer feinen Carlsbader Nadel, mit möglichster Vorsicht, von der Aorta in die Arteria pulmonalis führte. Der Stich wurde genau an dem Punkte angebracht, wo die den beiden Kranzarterien entsprechenden Sinus Valsalvae zusammenstossen. Von der Spitze des zwischen diesen beiden Sinus gelegenen Dreiecks wurde die Nadel bis in das Lumen der Arteria pulmonalis fortbewegt, indem sie immer senkrecht zur Aortenwand gehalten blieb. Es war das Resultat dieses Verfahrens der Art, dass die in die Spitze des in der Aorta gelegenen Klappendreiecks eingestochene Nadel, immer das entsprechende Klappendreieck in der Arteria pulmonalis durchbohrte. Nachdem ich aus

[1] Luschka, Die Anatomie der Brust des Menschen. 1863. S. 364. Fig. 28.

[2] W. Braune, Topographisch-anatomischer Atlas. Nach Durchschnitten an gefrorenen Cadavern. Leipzig 1875. Taf. XI.

[3] W. Braune, Text zu Taf. XII. S. 105, 106.

dem in solcher Weise angelegten Stiche über die Lage des der Aorta zugewandten Klappendreiecks in der Arteria pulmonalis Aufschluss erhielt, habe ich mich bemüht, die annähernd genaue Topographie der Semilunarklappen dadurch darzustellen, dass ich mir die beiden Ostien, wie an der Taf. XI in Braune's Atlas gelegen dachte — und die gegenseitige Lage der Klappen schematisch zu zeichnen versuchte. Es ergab sich aus solchen Constructionen, dass die supranumeräre Klappe keine bestimmte und beständige Stelle einnahm: sie befand sich namentlich:

am Praeparate I zwischen der hinteren und rechten Klappe
„ „ II „ „ „ „ linken „
„ „ III „ „ „ „ rechten „
„ „ IV zwischen der rechten und linken Klappe.

Das letzte was ich von der Lage der überzähligen Klappe angeben möchte, ist die von vielen Verfassern angedeutete Opposition derselben gegenüber der grössten Klappe. Diese Anordnung soll für den richtigen Verschluss des Ostium von grosser Wichtigkeit sein, soll anders die Sufficienz der Klappen nicht beeinträchtigt werden. An den Praeparaten, welche gut conservirt, nicht vom Spiritus geschrumpft waren und an welchen die Taschenklappe gar nicht, oder nicht sehr ungeschickt zerschnitten war, konnte ich mittelst meiner schematisirten Zeichnungen diese Thatsache constatiren. So liegt am Praeparate IV, wo keine Klappe zerschnitten war, die kleinste Tasche (13 ^{mm}) gerade der grössten (25 ^{mm}) gegenüber (Fig. 2). Ganz identische Verhältnisse kann man am Praeparate I bemerken. An den übrigen Praeparaten (II und III), wo eine der Klappen schräg zerschnitten und das Praeparat selbst vom Spiritus nicht unbedeutend geschrumpft war, konnte ich die Messungen nur sehr annähernd und ungenau ausführen. Dadurch bin ich genöthigt mich von jeglichen Folgerungen fernzuhalten.

Die Bedeutung der überzähligen Halbmondklappe und der Einfluss, welchen dieselbe auf die Sufficienz der Pulmonalarterie auszuüben vermag, ist schon seit lange besprochen und schon von Meckel für einen ungünstigen und störenden anerkannt worden. Diese Angabe von Meckel wurde durch die späteren klinischen Beobachtungen von Klob, Kolisko, Peacock u. A. bestätigt. Leider ist das klinische Bild des Leidens der vier Subjecte, von welchen die unten beschriebenen Herzenspraeparate genommen waren, für mich ganz unbekannt geblieben. Dennoch glaube ich behaupten zu können, dass dasselbe nicht zu sehr grossen Störungen im Gebiete der Athmungs- und Kreislauforgane (Athemnoth, Blausucht u. s. w.) Anlass gegeben hatte; sonst würden die Kranken nicht ein reifes Alter erreicht haben ohne ihren Herzfehler kund zu thun und den Aerzten, unter deren Beobachtung sie gestanden waren, die Absicht einer genaueren post-

mortalen Untersuchung ihres Herzens einzugeben. Wäre das der Fall, so wären ihre Leichen in keiner Weise uneröffnet dem akademischen Anatomicum übergeben worden.

Es folgt die kurze Beschreibung der einzelnen Praeparate.

I. Herz normaler Grösse, gut conservirt. Im Anfangstheil der Aorta, an ihren Klappen und an der Valvula Mitralis kommen zerstreute Atheromaflecken zum Vorschein. Foramen ovale ungefähr 6 ^{mm} breit geöffnet, jedoch mit einer sufficienten Klappe von der Seite des linken Vorhofes versehen. In der Arterie pulmonalis befinden sich vier Halbmondklappen: die kleinste ist 8 ^{mm} breit, 10 ^{mm} tief; die grösseren 18—20—22 ^{mm} breit, 13—15 ^{mm} tief.

II. Herz normaler Grösse, vom Spiritus schwach geschrumpft. Im rechten Vorhofe, an der Stelle des Foramen ovale befindet sich eine ungefähr 5 ^{mm} tiefe Einstülpung, jedoch ohne Communication mit dem Atrium sinistrum. Arteria pulmonalis besitzt vier Taschenklappen: die kleinste ist 10 ^{mm} breit, 12 ^{mm} tief, die übrigen 18—20 ^{mm} breit, 13—17 ^{mm} tief.

III. Ein im Spiritus sehr geschrumpftes Praeparat. Nach den annähernden Messungen hatten die Klappen der Pulmonalarterie: die kleinste die Breite von ungefähr 12 ^{mm}, die grösseren 20—23 ^{mm}, alle 15 ^{mm} tief.

IV. Ziemlich gut aufbewahrtes Herz. Die Breite der Pulmonalarterienklappen beträgt 13, 17, 18 und 25 ^{mm}; alle sind 15 ^{mm} tief. Im Ostium pulmonale und theilweise auch im rechten Ventrikel sind deutliche Spuren von Endocarditis (foetalis?) vorhanden. Letztere hat zur Bildung einer membranösen Falte zwischen zwei benachbarten Taschen Anlass gegeben. Zwischen der Falte und der Arterienwand befindet sich eine kleine taschenförmige Einstülpung.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VI, Fig. 2, 3.)

Fig. 2 stellt das Praeparat IV dar. Arteria pulmonalis geöffnet. Man sieht in derselben vier Halbmondklappen und in ihrer Umgebung die Spuren der foetalen Endocarditis.

Fig. 3. Schematische Darstellung der gegenseitigen Lage des Semilunarklappen in der Aorta und in der Arteria pulmonalis an den Praeparaten I und IV.

Studien über die Plastik des menschlichen Auges am Lebenden und an den Bildwerken der Antike.

Von

Dr. Richard Greeff,
Assistenzarzt an der kgl. Universitäts-Augenklinik zu Berlin.

(Hierzu Tafel VII.)

In der Kgl. preussischen Academie der Wissenschaften zu Berlin (Gesammtsitzung vom 9. Juli 1891) hielt E. Curtius einen Vortrag über „das menschliche Auge in der griechischen Plastik", dessen Inhalt in dem Satze gipfelt: „Auf Grund eines Studiums der bei Olympia ausgegrabenen antiken Köpfen ergab sich für das männliche Auge eine starke Wölbung, für das weibliche Auge eine Abflachung als sehr charakteristisch." Ein unbärtiger Peirithoos-Kopf wurde zuerst für weiblich gehalten. Nach Zusammensetzung der Bruchtheile liess ihn das hochgewölbte Auge als einen Jünglingskopf erkennen. Aus den der Schrift beigefügten Tafeln, welche die Wölbung der Augen im Profil geometrisch projicirt, also in natürlicher Grösse, wiedergegeben, geht obige Behauptung als Thatsache deutlich hervor.

Fig. 1 und 2 sind diesen Tafeln entnommen. Fig. 1 illustrirt uns die Darstellungsweise des flachen weiblichen Auges, Fig. 2 die des gewölbten männlichen Auges. Nach Curtius ist dieser Unterschied in der Darstellung der Augen beider Geschlechter auch sonst von den Meistern des Alterthums gemacht worden, wenn auch nicht immer in so ausgezeichnetem Maasse.

Es soll diese Wiedergabe der Augen auf richtiger Beobachtung der alten Griechen beruhen, also der Gestaltung des menschlichen Auges entsprechen, wie auch schon den alten Anatomen bekannt war. Gerard Audrian 1683 preist die Beobachtungsgabe der griechischen Künstler, welche so naturwahr das Auge eines Apollo gewölbt und gross, das Auge einer Venus flach und klein dargestellt hätten.

Zinn[1] als Anatom sagt: „Bulbus viri bulbo feminae semper major est, etsi femina virum statua forte aequet.“

Der Anatom S. Th. Soemmering[2] bestätigt im Jahre 1801 obige Angaben über die Statuen der Antike und über den Menschen und sagt: „Das Aeussere des Auges bei den Männern hat etwas rundes, dickliches,

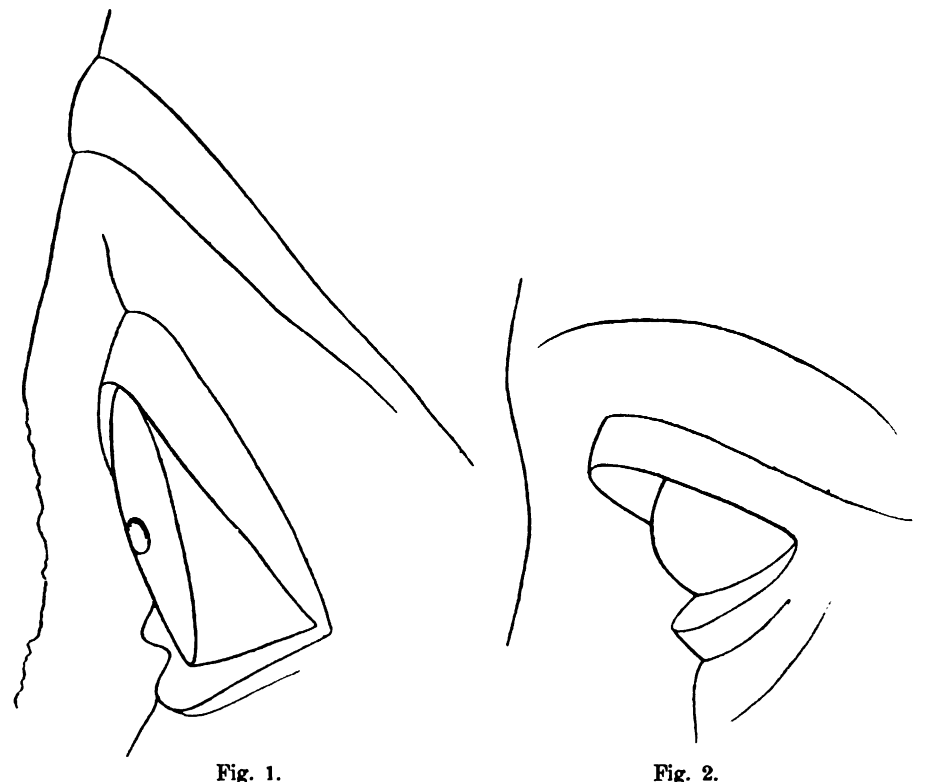


Fig. 1.
Nr. 77 der Olympia Ausstellung:
Kolossalkopf der Hera.

Fig. 2.
Nr. 183 der Olympia-Ausstellung:
Kopf des Greises.

kräftiges, bei Weibern etwas längliches, flaches, die Oeffnung der Augenspalte ist bei Männern weiter und grösser und rundlicher.“

Bei aller Hochachtung vor der Beobachtungsgabe der alten Griechen drängt sich dem modernen Naturforscher doch die Frage auf, ob diese Darstellungsweise denn nun wirklich den anatomischen Verhältnissen der Augen beider Geschlechter entspricht. Sind die angegebenen Geschlechts-

---

[1] Zinn, *Descriptio anatomica oculi humani.* Göttingen 1784.

[2] S. Th. Soemmering, *Abbildungen des menschlichen Auges.* Frankfurt a. M.

unterschiede dem heutigen Anatom, dem Augenarzt, dem modernen Künstler bekannt?

In der neueren anatomischen Literatur findet sich nur in dem 1887 erschienenen „Handbuch der topographischen Anatomie“ von Fr. Merkel, Bd. I, S. 179, der oben angeführte Ausspruch von Soemmering aufgenommen. Waldeyer sagt in „Bemerkungen zu der vorstehenden Mittheilung des Herrn Curtius“:[1] „Was die menschlichen Augäpfel betrifft, so sind die Geschlechtsunterschiede im Allgemeinen gering. Vielleicht würden besondere auf die Beantwortung der Frage nach den Geschlechtsunterschieden des Bulbus oculi gerichtete Untersuchungen noch mehr ergeben. Zur Zeit fehlt es an solchen.“

Die in der kgl. preuss. Academie der Wissenschaften zu Berlin auf die Mittheilung von Curtius hin aufgeworfene Frage, ob und welche Geschlechtsunterschiede an den Augen der Menschen existiren, näher zu untersuchen, ist mir daraufhin von Geh. Rath Waldeyer und Geh. Rath Schweigger der ehrenvolle Auftrag geworden.

Ueber die Resultate meiner Untersuchungen hatte Hr. Geheimrath Waldeyer die Freundlichkeit im Auszug schon der Academie der Wissenschaften zu berichten (siehe Sitzungsberichte der Academie vom Januar 1892.)

In der speciellen ophthalmologischen Literatur liegt keine Bemerkung vor, welche einen Unterschied zwischen dem Auge des Mannes und dem des Weibes angiebt. Solche Unterschiede sind a priori aus mehreren Gründen unwahrscheinlich. Denn weder einem von den Augenärzten, die ich zu befragen Gelegenheit hatte, noch mir selbst ist je ein solcher Unterschied aufgefallen. Wenn wir daher auch oft die Genauigkeit zu bewundern Gelegenheit haben, mit der die alten Meister die Natur beobachteten, so dürfte es doch auffallend sein, dass den heutigen Augenärzten, die tagtäglich dieses eine Organ beobachten, die sehr wohl wissen, dass bei Verschiedenheit der Refraction (hohe H oder M) die Wölbung der Augen eine verschiedene ist, ein solcher Unterschied in den Augen beider Geschlechter entgangen sein sollte.

Wäre ferner das Auge der Frauen wirklich flacher, so müsste die Brechkraft der Hornhaut für Lichtstrahlen eine geringere sein; es müsste Weitsichtigkeit (Hypermetropie) vorhanden sein und zwar, wenn der Flachbau ein so bedeutender wäre, dass er mit unbewaffnetem Auge sichtbar wäre, eine ganz bedeutende Hypermetropie. Nun ergaben dagegen die zahlreichen Massenuntersuchungen auf die Refraction menschlicher Augen,

[1] *Sitzungsberichte der kgl. preuss. Academie der Wissenschaften.* Gesammtsitzung vom 9. Juli 1891.

wie sie zuerst in grossem Maassstabe von Prof. H. Cohn vorgenommen sind, durchaus kein solches Ueberwiegen der Hypermetropie bei Frauen. Es wäre noch die Möglichkeit vorhanden, dass die geringere Brechkraft der Hornhaut der Frauen compensirt würde durch eine Vermehrung der brechenden Medien im Inneren des Auges, vor allem durch Annähern der Linse an die Kugelgestalt. Wir finden diese Compensirung in der Thierwelt, sobald ein Zweck damit verbunden ist. Das Brechungsvermögen des umgebenden Mediums influirt auf die Bildung des optischen Apparates der Augen (Leuckart). Bei Fischen und allen Thieren, welche im Wasser leben, ist deshalb die Hornhaut stark abgeflacht, denn die Brechkraft der Hornhaut unterscheidet sich wenig von der des Wassers, und die Wölbung der Hornhaut, welche den Zweck der stärkeren Lichtbrechung der aus dem umgebenden Medium kommenden Lichtstrahlen haben soll, ist deshalb als zwecklos im Laufe der Generationen verloren gegangen oder — je nach der Auffassung der Zoologen — nicht ausgebildet worden und zum Ersatz die Linse kugelig geworden.

Im Frauenauge ist aber eine stärkere Krümmung der Linse sicher nicht vorhanden,[1] sie wäre hier schon vom teleologischen Standpunkte aus nicht recht denkbar.

So wünschenwerth genaue Messungen des Auges für den Ophthalmologen und den Physiologen sind, so schwierig lassen sich dieselben ausführen. Wie bei allen Körpertheilen, so existiren auch hier individuelle Unterschiede, so dass nur aus grossen Reihen von Messungen Mittelwerthe aufgestellt werden können. Das Auge als Ganzes zu messen ist ferner nur dem Anatomen an der Leiche möglich. Die Veränderungen des Auges nach dem Tode sind aber so gewaltige und rasch eintretende, dass im Secirsaal nur ungenaue Messungen erzielt werden können. Helmholtz sagt in seinem Handbuch der physiologischen Optik: „Was zunächst die äussere Form des Augapfels anlangt, so hängt dieselbe vom Druck der Flüssigkeiten ab, die er einschliesst. Unmittelbar nach dem Tode entleert sich ein grosser Theil seiner Blutgefässe, wobei sich der Druck natürlich verringert. Dann vermindert sich allmählich die innere Flüssigkeitsmenge auf endosmotischem Wege noch mehr, so dass der Augapfel schlaff wird und die Häute, namentlich die Hornhaut, sich falten."

Man hat nun den verloren gegangenen Druck künstlich dadurch wieder herzustellen gesucht, dass man in den Sehnerv eine Canüle einstösst

[1] Es lässt sich diese Behauptung schon dadurch beweisen, dass nach operativer Entfernung der Linse im lebenden Auge die Refraction im Auge des Mannes um ebensoviel wie im Frauenauge herabgesetzt wird.

und diese mit einer senkrechten, eine Wassersäule von etwa 0·4 ^{m} enthaltenden Röhre, in Verbindung gebracht hat.[1]

Die vorgenommenen Messungen sind jedoch nicht zahlreich genug, um daraus einen Schluss für vorliegenden Zweck ziehen zu können, wenn man berücksichtigt, dass individuelle Verschiedenheiten auch hier vorhanden sind.

Im Durchschnitt beträgt der sagittale Durchmesser, als der grösste, am erwachsenen Auge 23—26 ^{mm} (rund 24 ^{mm}), der horizontale pflegt 0,5 ^{mm}, der verticale 1,0 ^{mm} weniger zu betragen.

Es wäre eine interessante Aufgabe, mehrere Jahre hindurch genaue Messungen an frisch enucleirten Augen vorzunehmen, besonders in Berücksichtigung des Geschlechts und des merkwürdigen Wachsthums der Augen. Der geringe Fehler bei den Messungen würde ein constanter bei allen Augen sein. Ich möchte vorschlagen, die Messungen so vorzunehmen, dass man den Schatten des Bulbus auf eine Fläche projicirt und die Ausdehnung dieses Schattens misst.

Unser Bulbus stellt im Allgemeinen eine Kugel dar, die jedoch an der hinteren Seite und seitlich oben, unten, innen und aussen, wo sich die geraden Augenmuskeln ansetzen, etwas abgeflacht ist. Voran setzt sich der das Auge umhüllenden weisslichen Lederhaut,[2] die stärker gekrümmte durchsichtige Hornhaut „uhrglasartig" auf. An der Grenze beider Häute findet sich eine Einschnürung der Sulcus sclerae, welche zuweilen auf antiken Statuen, aber nicht gerade den besten, angedeutet ist.[3]

Wir sehen vom menschlichen Auge nur einen kleinen vorderen Abschnitt: die Hornhaut mit dem dahinter liegenden Diaphragma, der beweglichen Regenbogenhaut und dem Sehloch, und ferner innen und aussen davon ein Stückchen weisser, von einer Bindehaut mit kleinen Blutgefässen überzogenen Lederhaut, alles begrenzt durch die bei der kaukasischen Rasse ein horizontales Oval bildende Lidspalte mit den beiden Lidern.

Dank der genialen Erfindung des Ophthalmometers von v. Helmholtz[4] sind wir heute im Stande, die Krümmung des hauptsächlichsten Theiles

---

[1] Brücke, *Anat. Beschreibung d. menschl. Auges.* Berlin 1847. S. 4.

[2] Da die Anregung zu vorliegenden Untersuchungen von Seiten der Archäologen kommt, so glaubte ich die deutschen, populären Bezeichnungen wählen und der Vollständigkeit halber einiges dem Fachmann Bekanntes hinzufügen zu dürfen.

[3] Die Darstellung des menschlichen Auges als gleichmässig gekrümmte Fläche ohne Wiedergabe von Details hat für mich immer etwas den Eindruck des starren, erblindeten, etwa des durch totale Trübung und Abflachung der Hornhaut zu Grunde gegangenen Auges. Diese Eintönigkeit der Darstellung ist offenbar dadurch zu erklären, dass die Alten — man darf das jetzt wohl als sicher annehmen — ihren Statuen durch Bemalung mehr Leben zu verleihen wussten.

[4] v. Graefe's *Archiv.* I. 1854.

des sichtbaren Auges, der Hornhaut, mit der grössten Genauigkeit am lebenden Menschen zu messen. Das Instrument ist nach dem Satz aufgebaut, dass Spiegelbilder auf convexen Spiegeln im geraden Verhältniss zu dem Krümmungsradius ihrer Oberfläche stehen. Die Grösse des Reflexionsbildes wird durch Verdoppelung gemessen, die durch zwei genau gleiche, über einander stehende, planparallele, um eine bestimmte Axe drehbare Glasplatten erzeugt werden. Es wurde hierdurch zuerst das Problem gelöst, dass unbeeinflusst von der Entfernung und der Bewegung eines Objectes (hier der Hornhaut) eine Messung vorgenommen werden kann.

Aus der schon grossen, vorliegenden Litteratur möge es genügen, die Messungen von Donders[1] anzuführen, welche für unseren Zweck am brauchbarsten sind.

Als Mittelwerthe des Krümmungsradius der Hornhaut in der Gesichtslinie ergaben sich in Millimetern:

A. Männer.

1.	20 unter 20 Jahren	7·932
2.	51 unter 40 „	7·882
3.	28 über 40 „	7·819
4.	11 über 60 „	7·809
	Mittel	7·858

B. Weiber.

1.	6 unter 20 Jahren	7·720
2.	22 unter 40 „	7·799
3.	16 über 40 „	7·779
4.	2 über 60 „	7·607
	Mittel	7·799

Die Zahlen könnten eigentlich schon beweisend dafür sein, dass bei der Krümmung der menschlichen Hornhaut keine oder nur minimale geschlechtliche Unterschiede existiren. Wenn noch etwas bei einer ganz überzeugenden Statistik zu berücksichtigen ist, so ist es der Umstand, dass die Krümmung der Hornhaut verschieden ist, je nach dem Refractionszustand des Auges, etwas stärker gewölbt bei Kurzsichtigen, etwas flacher bei Weitsichtigen.

Im Jahre 1881 wurde von Javal und Schiötz eine sehr praktische

[1] On the anomalies of accommodation and refraction. London 1864. p. 89, und Graefe's *Archiv f. Ophthalm.* VIII. 1862.

Modification des Ophthalmometers construirt. Das Instrument besteht aus einem Sehrohr, das um verschiedene Axen sich drehen und leicht auf die Cornea des zu untersuchenden Auges sich richten lässt. An dem Sehrohr ist ein Gradbogen unbeweglich befestigt, der sich mit dem Sehrrohr herumdreht und mit zwei verschieblichen, weissen Figuren versehen ist, welche sich auf der Cornea widerspiegeln. Die Verdoppelung des Bildes wird durch einen im Sehrohr sich befindenden doppelbrechenden Kalkspathkrystall bewirkt.

Mit diesem Instrument, welches mir Prof. A. König freundlichst zur Verfügung stellte, habe ich den Radius der Hornhaut von 200 Menschen im horizontalen Meridian gemessen, getrennt nach Alter und Geschlecht, und zwar nur Emmetropen (Normalsichtige), die leider in unserem deutschen Vaterland immer seltener werden.

Es ergeben sich als Mittelwerthe:

A. Männer.

1.	20 bis zu 10 Jahren	7·91 mm
2.	20 „ „ 20 „	7.79 „
3.	20 „ „ 40 „	7·77 „
4.	20 „ „ 60 „	7.82 „
5.	20 über 60 „	7.80 „
	Mittel	7·83 mm
	Maximum	8·28 „
	Minimum	7·45 „

B. Weiber.

1.	20 bis zu 10 Jahren	7·83 mm
2.	20 „ „ 20 „	7·85 „
3.	20 „ „ 40 „	7·79 „
4.	20 „ „ 60 „	7·89 „
5.	20 über 60 „	7·75 „
	Mittel .	7·82 mm
	Maximum	8·30 „
	Minimum	7·50 „

Ich finde also ganz streng genommen ebenso wie Donders den kleineren Radius, also die stärkere Hornhautkrümmung bei Frauen. Jedoch ist der Unterschied so minimal, dass er bei der genauesten Inspection nicht wahrgenommen werden könnte. Ferner lehrt die Tabelle, dass die immerhin noch kleinen individuellen Unterschiede viel grösser sind als

die geschlechtlichen. Der minimale Geschlechtsunterschied aus oberer Tabelle (0·01 mm Radius) ist ein zufällig sich ergebender.

Mit der grössten Bestimmtheit lässt sich also behaupten, dass ceteris paribus die Hornhaut beim Manne nicht anders gewölbt ist als beim Weibe.

In Fortsetzung unserer Untersuchung wäre das Wort: „bulbus viri bulbo feminae semper major est, etsi femina virum statua forte aequet." Der Anatom Zinn hat sich dieses Urtheil jedenfalls durch die Betrachtung lebender Menschen, nicht durch Messungen an der Leiche gebildet. Soemmering bildet in seinem Atlas ein „vorzüglich männliches (Fig. 3) und ein vorzüglich weibliches Auge (Fig. 4) ab, die bedeutende Unterschiede in der Grösse zeigen:

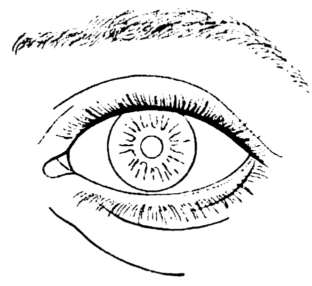




Fig. 3.
Vorzüglich männliches Auge.

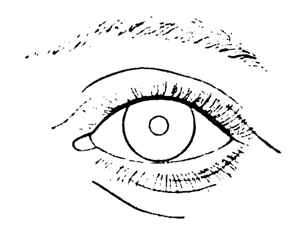


Fig. 4.
Vorzüglich weibliches Auge.

(Nach Samuel Thomas Soemmering: Abbildungen des menschlichen Auges. Frankfurt a./M. 1801.)

Was bei der Beobachtung eines Auges sofort in die Augen fällt und leicht zu messen ist, das ist die Grösse der Hornhaut.

Die Krümmung der menschlichen Hornhaut bildet streng genommen kein Kugelsegment, sondern den Abschnitt eines Rotationsellipsoides, welches durch Drehung einer Ellipse um ihre Längsaxe entstanden zu denken ist. Ophthalmometrische Untersuchungen ergeben, dass die Hornhaut im horizontalen Meridian unter normalen Umständen fast immer etwas schwächer gekrümmt ist, als in verticalen (normaler regulärer Astigmatismus). Die Krümmung ist ferner in dieser Weise regelmässig nur im Centrum gegenüber der Pupille, am Rande der Cornea sind ganz unregelmässige Krümmungen vorhanden (Astigmatismus irregularis).

Denken wir uns die Peripherie der Hornhaut vom Innern des Auges aus gesehen, so ist dieselbe anatomisch vollkommen kreisrund. Betrachtet man von Aussen das Auge, so bemerkt man, dass sich oben und unten die undurchsichtige Lederhaut etwas weiter über die durchsichtige Masse zieht als innen und aussen. Die Peripherie der Hornhaut bildet also eine

Ellipse, deren grosser transversaler Durchmesser im Mittel 11—11·6, deren kleiner verticaler 10·5—11^{mm} beträgt.

Messungen dieses Durchmessers in Bezug auf die menschlichen Geschlechter sind meines Wissens nicht vorgenommen.

Ich habe deshalb bei 100 Frauen und 100 Männern den horizontalen Durchmesser der Hornhaut an der Peripherie gemessen, eingetheilt nach Altersclassen. Die Messungen lassen sich gut vornehmen mit dem von Horstmann angegebenen Pupillometer, womit auch visirt werden kann, ohne dass das Auge berührt zu werden braucht. Genauigkeit bis auf Bruchtheile eines Millimeters kann ich nicht beanspruchen. So oft es ging wurden die Narcotisirten gemessen.

Es ergeben sich folgende Mittelwerthe:

Tabelle 1.

Alter	Männer	Frauen
0—1	9·0	9·2
1—2	9·5	9·5
2—3	9·9	10·3
3—5	11·4	11·0
5—10	12·0	11·6
10—20	11·6	11·4
20—30	11·5	11·7
30—50	11·7	11·4
50—60	10·8	10·6
60—80	9·5	9·7

Es findet sich also beim erwachsenen Menschen (20 bis 50 Jahre) im Mittel:

Mann . . . . 11·6^{mm},
Weib . . . . 11·55^{mm}.

Ein minimalster Unterschied, der die Mangelhaftigkeit mit der Untersuchungsmethode entschuldigt.

Wenn man von der Grösse der Augen spricht, so kommt nächst dem Umfang der Hornhaut noch sehr die Oeffnung der Lidspalte und die Länge derselben in Betracht.

Ersteres lässt sich schwer messen. Besonders beim weiblichen Geschlecht pflegt es nach Umständen sehr verschieden zu sein, wie ausgiebig der Lidaufschlag ausfällt.

Die Länge der Lidspalte ist von Prof. E. Fuchs bei 420 Menschen

gemessen.[1] Er fand eine genau mit dem Alter zunehmende Grösse der Lidspalte von 18·5^{cm} bis zu 28·5^{cm}. Bei meinen Messungen, die wiederum 200 Menschen betreffen, gesondert nach dem Geschlecht, ergaben sich ganz ähnliche Mittelwerthe:

Tabelle 2.

Alter	Männer	Frauen
0—1	18·5	18·9
1—2	21·3	21·6
2—3	23·3	23·1
3—5	25·4	25·2
5—10	26·7	26·5
10—20	28·9	28·2
20—30	29·3	29·5
30—50	29·5	29·4
50—60	28·9	29·3
60—80	26·3	26·5

Aus diesen Zahlen dürfte es ebenfalls nicht gelingen, einen Unterschied der Geschlechter herauszufinden.

Der letzte Punkt, welcher für die Plastik des Auges und die Künstleranatomie von Wichtigkeit sein dürfte ist die Messung, um wieviel das Auge aus der Augenhöhle hervorragt (Exophthalmus). So leicht nun die Messung der Vortreibung nur eines Auges ist, durch Vergleichung mit dem anderen Auge, (Messung des relativen Exophthalmus), so schwierig ist die Messung des normalen Vorstehens beider Augen (absoluter Exophthalmus). Es fragt sich zunächst, welchen Punkt der Umgebung des Auges man als Vergleichungspunkt für die Hervorragung des Auges betrachten soll und dann, welche Hervorragung die normale genannt werden soll.

Vom Standpunkt des Anatomen ist offenbar der Punkt der richtige, welchen Zehender nebst anderen als Ausgangspunkt gewählt hat,[2] nämlich die der äusseren Lidcommissur entsprechende Stelle des knöchernen Orbicularrandes. Diese Stelle hat die Vorzüge, dass unter ihr keine Musculatur liegt, welche das Anlegen eines Maassstabes unsicher macht, und dass sie ungefähr in gleicher Höhe mit dem Drehpunkt des Auges liegt.

Vom Standpunkt des Künstlers ist es vielleicht interessanter die Stelle

[1] Graefe's *Archiv*. Bd. XXXI. S. 97.

[2] *Klinische Monatsblätter für Augenheilk.* 1870. Bd. VIII.

zu wählen, welche Prof. H. Cohn als Ausgangspunkt gedient hat, den über der Pupillenmitte liegenden Punkt des Supraorbitalbogens.[1]

Geht man bei Massenuntersuchungen von dem äusseren Orbitalrand aus, so gilt es einen Maassstab, dessen 0-Punkt dem äusseren Orbitalrand gegenüber aufgestellt wird, so anzusetzen, dass derselbe in möglichster Parallel-Richtung zu der geradeaus blickenden Gesichtslinie steht und nun über den Maassstab hinweg gegen den Scheitelpunkt der Hornhaut zu visiren. Zehender hat zu diesem Zweck auf einer auf dem Maassstab verschieblichen Hülse zwei Arme angebracht, einen welcher temporalwärts steht und mit einem Visirzeichen versehen ist und einen, welcher im inneren Augenwinkel liegt und ein kleines dem Visirzeichen zugekehrtes Spiegelchen trägt. Man visirt nun von aussen her, die Hülse verschiebend, bis eine Visirlinie: Visirzeichen, Hornhautscheitel und Spiegelbild vorhanden ist, die offenbar senkrecht auf der Richtung des Maassstabes steht. Durch das mangelnde Entgegenkommen des Optikers Westhien in Rostock konnte ich das dort von Zehender angegebene Instrument nicht bekommen. Vielleicht deshalb, weil das nach der Beschreibung hier angefertigte Instrument nicht fehlerlos war, gelang es mir nicht durch zu verschiedenen Zeiten an denselben Personen vorgenommene Messungen so genaue Resultate zu erhalten, dass ich eine genaue Scala aufstellen könnte.

Im Allgemeinen lässt sich aussagen, dass bei gesunden Männern und Frauen der Hornhautscheitel 10—17 ^{mm} über dem äusseren Orbitalrand hervorragt. Ein Geschlechtsunterschied liegt nicht vor.

Herr Prof. Cohn theilte mir auf eine Anfrage hin freundlichst mit, dass sein Instrument schon lange nicht mehr lebensfähig sei. Ich habe mich deshalb begnügt im rohen einige Messungen so auszuführen, dass ich das Ende eines kleinen Maassstabes an die Mitte des oberen Orbitalbogens andrückte und lothrecht nach unten hängen liess und glaube nach anderer Autoren Messungen und nach den meinigen folgendes constatiren zu können:

1. Bei normalen Augen liegt der Scheitel der Hornhaut durchschnittlich etwas tiefer als der Supraorbitalrand und zwar etwa 3 ^{mm} (nach Cohn 5—6 ^{mm}).

2. Es existirt ein geringer Unterschied der Geschlechter, indem von diesem Punkt aus gemessen das Auge des erwachsenen Mannes durchschnittlich ein wenig tiefer liegt.

NB.! Wir wären also hier zum ersten Mal im Stande einen Geschlechtsunterschied am Auge zu constatiren. Der Unterschied ist jedoch nur ein scheinbarer. Wenn man nämlich den Maassstab am Supraorbital-

[1] *Compte rendu du Congrès d'Ophthalmologie.* Paris 1868. p. 21.

rand anlegt, so misst man zugleich die Stärke der darunter liegenden Musculatur des M. orbicularis und M. corrugator supercilii und des Stirnhöckers (Tuber frontale). Es beweisst also schliesslich diese Messung nur, dass die das Auge umgebende Musculatur beim Mann stärker entwickelt ist, als beim Weibe; ein bekannter Unterschied in der Musculaturentwicklung des ganzen Körpers. Das Auge scheint hierdurch tiefer zu liegen. Bei Contraction dieser Muskeln bekommen wir so das scheinbar tief liegende „geistreiche Auge“ des Denkers. Auch das Auge des Laokoon aus der berühmten Gruppe bildet für diesen Satz eines der eclatantesten Beispiele.

3. Die Protrusio bulbi ist meistens auf beiden Augen ungleich. Cohn fand unter 427 Individuen, dass nur bei 82 die Protusio bulbi beiderseits gleich war, bei allen übrigen existirten Differenzen von $^1/_2$—8 mm. Unterschiede von 1—3 mm sind bei Gesunden etwas ganz alltägliches.

NB. Ein Umstand, welcher die Messung der Protrusio bulbi sehr erschwert, ist derjenige, dass die Stellen, welche als Ausgangspunkte für die Messungen dienen, nicht nur individuell, sondern auch bilateral sehr verschieden gebaut sein können.

Wie denn überhaupt die Natur bei keinem organischen Gebilde nach exacten, mathematischen Gesetzen aufbaut, so bildet sie den menschlichen Schädel meist auch recht unsymmetrisch. Die Supraorbitalbögen sind nach Keyser oft ebenso unsymmetrisch zu einer durch die Fossa glenoidalis gelegten Transversalebene gestellt, als die äusseren Orbitalränder. Wir glauben also vielleicht eine Ungleichheit in der Protrusio der Bulbi zu messen und messen in Wirklichkeit die Unsymmetrie des Schädels.

Im Alter scheinen die Augen im Allgemeinen etwas tiefer zu liegen. Es ist dieser Umstand wohl auf ein Schwinden des retrobulbären Fettgewebes zu beziehen.

Unsere Untersuchungen führen also zur Berechtigung des Ausspruchs, dass keinerlei Unterschiede zwischen dem Auge des Mannes und dem des Weibes existiren, weder in der Grösse oder Krümmung des Augapfels, noch in der Grösse der Lidspalte oder der Lider, dass die dahin gehende Behauptung der früheren Anatomen und die Darstellungsweise der griechischen Künstler der Natur nicht entspricht.

Wenn es sich fand, dass vom oberen knöchernen Augenbogen aus gemessen, das männliche Auge tiefer steht, so heisst dies nur das, dass beim Mann die Musculatur in der Umgebung des Auges, wie am ganzen Körper stärker entwickelt ist.

Wie der ganze männliche Körper, so ist auch die Umgebung der Augen beim Manne stärker modulirt, kräftiger ausgeprägt durch die entwickelte kräftige Musculatur und die geringere Fettentwicklung, und um-

gekehrt ist die Umgebung des Auges beim Weibe, weicher, abgerundeter durch die schwächere Musculatur und die Auskleidung der Unebenheit durch Fettgewebe. Ausserdem sind beim Manne die Augenbrauen stärker entwickelt und buschiger.

Notizen über das Wachsthum des menschlichen Auges.

Was mich bei der Vornahme obiger Messungen am meisten interessirte, war, neben dem vorliegenden Zweck, die sich bald ergebenen Daten, über das merkwürdige Wachsthum des menschlichen Auges, worüber in der Literatur fast keine Beobachtungen vorliegen.

Es ist allgemein bekannt, dass die Kinder im Verhältniss zu ihrer Körperlänge sehr grosse Augen haben. Bei den Messungen mit dem Javal'schen Ophthalmometer habe ich mir ausser der Krümmung des Auges auch das Lebensalter und die Körpergrösse notirt. Es hat sich aber herausgestellt, dass die Krümmung der Hornhaut bei Kindern nicht anders ist als bei Erwachsenen. Bei Kindern unter 6 Jahren lassen sich leider keine Untersuchungen mit dem Ophthalmometer vornehmen.

Das Wachsthum der einzelnen Augentheile möge folgendes Schema erläutern, das erweitert ist nach einem von E. Fuchs für die Lider und den Orbitaleingang construirten Schema.

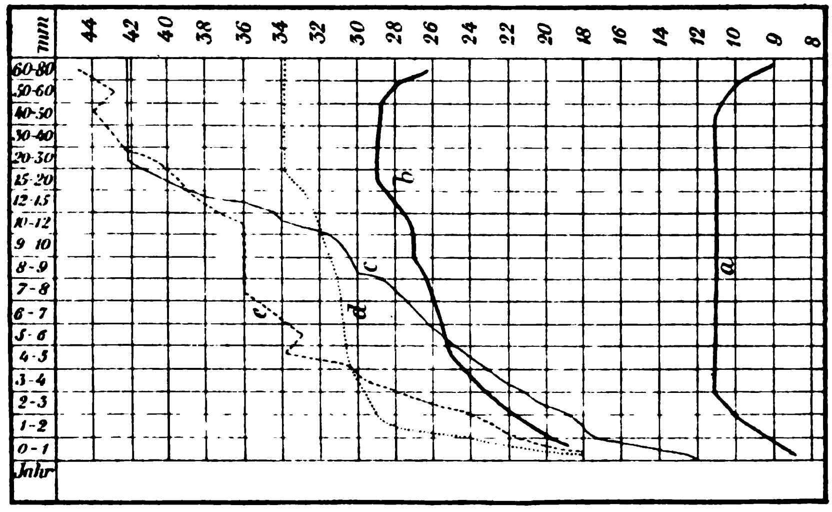


Fig. 5.

a Wachsthum der Hornhaut; *b* Wachsthum der Lidspalte; *c* Längenwachsthum des menschlichen Körpers nach Hamburger (auf $^1/_4$ reducirt); *d* Wachsthum der Orbita nach Emmert u. Langer; *e* Wachsthum der verticalen Lidhaut nach Fuchs.

Linie *e* stellt das Längenwachsthum des menschlichen Körpers nach Hamburger auf $^1/_4$ reducirt, dar. Linie *d* erläutert das Wachsthum der Orbita speciell des Orbitaleinganges nach Emmert und Langer. Fuchs sagt hierzu: Man erkennt auf den ersten Blick die Verschiedenheit zwischen dem Wachsthum des ganzen Scelettes einerseits und des Gesichtsscelettes andererseits. Das Wachsthum des ganzen Körpers erfolgt im ersten Lebensjahr rascher, dann langsamer und sehr gleichmässig bis zum zwanzigsten Lebensjahr, wo die volle Körpergrösse erreicht ist. Das Gesicht hingegen und speciell die Orbita wächst unverhältnissmässig rasch in den ersten zwei Lebensjahren; bei dreijährigen Kindern ist die Orbita nicht mehr um vieles kleiner als beim Erwachsenen.

Es bestätigt sich dies auch nach meinen Notizen, nur gilt das, was von dem Wachsthum der Orbita gesagt ist, genauer nur von dem des Orbitaleinganges. Man kann sich leicht überzeugen, und es ist überraschend. dass, wenn man ein dreijähriges Kind neben die Mutter stellt, die Augen beider ungefähr gleich gross sind. Ganz anders gestaltet sich dies Verhältniss aber, wenn man die Augen enucleiren würde. Das kindliche Auge in toto ist sodann bedeutend kleiner als das des Erwachsenen. Es findet also offenbar doch noch lange Zeit ein Wachsthum des Auges statt, aber merkwürdiger Weise nur nach hinten zu. Dieser Beobachtung entsprechen die Befunde an Schädeln. Der Orbitaleingang ist bei Kindern frühzeitig zu maximaler Grösse entwickelt und es findet von da ab noch ein bedeutendes Wachsthum der Augenhöhle in die Tiefe statt.

Ein eingehenderes Studium dieses interessanten Verhaltens würde noch ausstehen; in der Litteratur liegt meines Wissens bisher keine genaue Beobachtung hierüber vor.

Noch schneller als das Wachsthum des Orbitaleinganges ist das der Corneaperipherie (vgl. Tabelle I.) Es ergiebt sich die interessante Thatsache, dass neugeborene Kinder eine um nur weniges kleinere (etwa 2—3 ^{mm}) Hornhaut haben als Erwachsene. Mit 3 Jahren erscheint die Hornhaut vollkommen ausgewachsen (Schema Linie a). Im Alter erscheint die Hornhaut oft wieder verkleinert, indem eine ringförmige grauweisse Färbung am Rande derselben auftritt ähnlich der Farbe der Sclera. (Gerontoxon oder Greisenbogen.)

Das Wachsthum der Lidspalte hält ungefähr gleichen Schritt mit dem des Orbitaleinganges. Wir sehen aus Tab. III, dass Neugeborene ungefähr eine Lidspalte von 18—19 ^{mm} besitzen, von da ab tritt ein rasches Wachsthum bis zum fünften Jahre und weiter ein nur noch geringes Wachsthum ein, das seinen Abschluss mit etwa dem 15. Jahr findet. Von 60 Jahren

ab, pflegt sich die Lidspalte wieder etwas zu verkleinern. Fuchs hat auch die vertikale Länge der Lidhaut (von dem freien Lidrand bis zur Mitte der Augenbrauen) gemessen. Das Ergebniss ist ein ganz anderes, wie bei den Lidspalten. Es lässt sich eine Längenzunahme bis in das höchste Alter konstatiren, verursacht durch den Verlust der Elasticität der Haut.

Das Kinderauge ist also ein auffallend grosses, weitgeöffnetes und rundes Auge. Die Grösse wird verursacht durch die Grösse der Hornhaut, die weite Oeffnung und Rundung durch die relative Kürze und die Elasticität der Lider. Wird das Auge geschlossen, so ist die Haut der Lider stramm gespannt.

Das Greisenauge erscheint in fast allen Theilen etwas verkleinert mit schmaler, kleiner Lidspalte und tief liegend, nur die Haut der Lider ist verlängert und überhängend. Selbst wenn das Auge geschlossen wird, so wirft die Haut der Lider noch Falten.

Das Wachsthum der Augenbrauen verhält sich umgekehrt wie das der Kopfhaare. Greise pflegen lange buschige Augenbrauen zu besitzen. Die Augenbrauen rücken durch die Erschlaffung der Stirnhaut meist etwas tiefer, „überschatten“mehr das Auge, wodurch das Auge tiefer in der Augenhöhle zu liegen scheint.

Ich kann dieses Kapitel nicht besser schliessen als mit den trefflichen Beobachtungen, die schon der geniale Bildhauer Schadow[1] gemacht hatte. Er sagt: „Im ganzen sind die Augen der Kinder etwas kleiner, als bei Erwachsenen, aber der gefärbte Theil oder Iris hat im dritten Jahr die volle Grösse erreicht und ist oft grösser als bei alten Leuten, bei denen man deshalb viel Weisses umher sieht. Neugeborene und kleine Kinder zeigen vom Weissen gar wenig und ist das Auge der Theil, welcher unter allen schon im Mutterleibe am Mehrsten ausgebildet ist.“

Es ist bekannt, dass das Gesicht viel weniger in die Breite wächst (also auch die Entfernung der Augen von einander weniger zunimmt) als in die Länge.

Schadow giebt als Beleg folgengende Maasse an:

Augenmaass (von einem äusseren Augenwinkel zum anderen):

beim Neugeborenen	20 Minuten	oder	$2\,^1/_2$ Zoll
beim grossen Manne	30 „	„	$3\,^3/_4$ „

[1] Gottfried Schadow, *„Polyclet“ oder die Lehre von den Proportionen des menschlichen Körpers.* 1834.

Gesichtslänge:
beim Neugeborenen 18 Minuten (also nur 2 Minuten weniger als das Augenmaass),
beim erwachsenen Manne 52 Minuten oder $6\frac{1}{2}$ Zoll.

Schlusbemerkungen.

Wenn es uns gelungen ist nachzuweisen, dass kein Unterschied zwischen dem Auge des Mannes und dem des Weibes besteht, vor allem, dass beide gleich gewölbt sind, so wäre noch zu erörtern, wie das von Curtius hervorgehobene Factum bei den oben citirten Anatomen und den griechischen Künstlern zu erklären ist. Es ist die Frage: liegt hier die interessante Geschichte eines jahrhundertelangen Irrthums vor, oder haben die griechischen Meister bewusst unrichtig dargestellt, um einen bestimmten Effekt zu erreichen, oder endlich ist der Befund ein zufälliger?

Was die Anatomen betrifft, so möchte ich mich für die erste Ansicht entscheiden. Die Autoren gehen eben alle davon aus, dass die alten Griechen diesen Unterschied gefunden und in ihren Bildwerken wiedergegeben hätten und finden ihn denn in getreuer Verehrung der klassischen Kunst ebenfalls bei den Menschen. Es zeigt sich hier wie weit eine vorgefasste Meinung im stande ist ein Urtheil zu beeinflussen. Das umfangreiche Werk von Soemering ist in dieser wie in mancher Hinsicht von hohem historischen Interesse. Ein besonderes Kapitel behandelt das männliche Auge, ein anderes das weibliche, ein drittes das Mohrenauge etc. Abgesehen davon, dass die hier angegebenen Unterschiede nicht existiren, so sind die Angaben und Ausdrücke dafür recht unbestimmt gewählt. Nirgends scheint eine Messung gemacht zu sein. Der Naturforscher lässt sich noch mehr durch sein Gefühl und die Philosophie, als durch exacte Beobachtung bestimmen. Um so schneller ist für den Befund eine philosophische Erklärung vorhanden. So wird der Umstand dass das männliche Auge „etwas rundes, dickliches kräftiges habe, der Urstoff der Lider gröber, lockerer, blutreicher und trockener sei“, bei Frauen „zäher, feiner, kühler und feuchter“ durch die sogenannte pneumatische Chemie erklärt, jedenfalls unter dem Einfluss der damals herrschenden Phlogogen-Theorie von Stahl. Das Buch charakterisirt die Periode, welche v. Helmholtz so treffend als die des „falschen Rationalismus“ bezeichnet. Erschienen ist der Atlas erst 1801, ein Zeugniss dafür, wie gewaltig die Methoden der Beobachtung und Naturforschung Dank der Lehren unserer grossen modernen Naturforscher sich in wenigen Jahrzehnten geändert haben.

Bei Betrachtung der Gypsköpfe der Olympia-Ausstellung des Berliner Museums, an denen Messungen vornehmen zu dürfen, mir freundlichst gestattet wurde, zeigt es sich, dass die oben im Text angeführten Fig. 1 u. 2 hieraus die extremsten Gegensätze darstellen. Bei den übrigen Köpfen sind, wie ja aus den Tafeln von Curtius hervorgeht, die Unterschiede in der Darstellung der Augen meist vorhanden, aber doch viel geringer. Es zeigt uns jedoch diese Ausstellung auch schon, dass diese Verschiedenheit in der Darstellung der Augen bei den alten griechischen Meistern keine prinzipielle war; es finden sich auch männliche Augen, welche flacher sind, als die weiblichen. Die Augen der besten Büste der ganzen Sammlung, die des berühmten Hermes sind ganz flach gekrümmt. Immerhin bleibt aber die interessante, von Curtius aufgefundene Thatsache als die Regel bestehen.

Um die Augen der Gypsbüsten richtig beurtheilen zu können, ist eine Vorstellung von den Krümmungen des menschlichen Auges vorauszusetzen. Nach längerem Experimentiren ist es mir gelungen, einige normalsichtige, (emmetropische) menschliche Augen genau im Profil zu photographiren. Wir sehen ein Auge offenbar dann genau im Profil, wenn die Regenbogenhaut als eine verticale Linie auf der Scheibe des Apparates erscheint. Nach Feststellung der dazu nöthigen Blickrichtung wurde die Aufnahme mit entzündlichem Blitzpulver und elektrischer Entladung vorgenommen. Da die Belichtung der Platte auf diese Weise ca. $^1/_{40}$ Secunde dauert, darf eine Bewegung des Auges als ausgeschlossen betrachtet werden und die Krümmung der Hornhaut zeigt sich als scharfe Linie. Es wäre dies zugleich eine neue Methode der Ophthalmometrie (siehe Taf. VII, Fig. 1.)

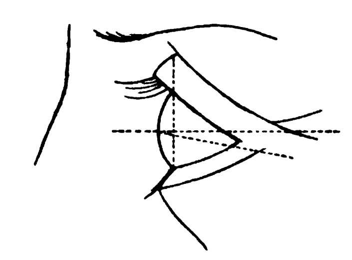


Fig. 6.
Schema des menschlichen Auges (Profil).
Krümmungsradius der Hornhaut nach Javal 7 mm,
Oeffnung des Auges 10 mm,
Exophthalmus 12 mm.

Nach Schadow beträgt die mittlere Grösse des Mannes 66 Zoll = 172 cm; die Grösse der Heroëen 70 Zoll = 183 cm, ein Maass, das von den Alten bei ihren Bildwerken selten überschritten ist. Bei den antiken Statuen beträgt die Kopflänge etwa $^1/_{7,5}$ der ganzen Figur. Die meisten Köpfe von Olympia haben eine Gesichtslänge von etwa 30—33 cm sind also etwa um $^1/_5$ über natürliche Grösse. Der Kopf des Greises (Ausstellung Nr. 183) weist vielleicht die stärkste Augenkrümmung auf; ich finde einen Krümmungsradius von 12·5 mm; $^1/_5$ davon subtrahiert, um auf das Maass eines grossen Menschen zu reduziren, giebt etwa 10 mm. Der Krümmungsradius beim Menschen betrug 7·7—7·8 mm. Es ergiebt sich also, dass auch das stärkst

gekrümmte Männerauge an diesen Statuen noch etwas flacher dargestellt ist, als es das menschliche Auge in Wirklichkeit ist.

Alle Augen der Olympia-Ausstellung sind zu flach dargestellt. Dieser Satz gilt von den überwiegend meisten Bildwerken.

Die Augenlidspalten betragen an den Olympia-Statuen 45—54 mm, im Mittel 48 mm, was auf normale Grösse reducirt etwa 38—39 mm ergeben würde. Beim Menschen betrug die Grösse der Augenlidspalte etwa 24 mm. Die Augen der Statuen der Olympia-Ausstellung sind also relativ zu gross.

Da nach dem Urtheil der Bildhauer die Olympia-Ausgrabungen keinen sehr hohen künstlerischen Werth beanspruchen dürfen, so sei noch ein kurzer Blick in andere bessere Perioden der griechischen Kunst gestattet.

Bei Vergleichung der geometrischen Abzeichnungen in der Schrift von Curtius mit den Originalen, schien es mir und anderen zuweilen, als ob dieses Verfahren doch nicht absolut genau die Krümmung wiederzugeben im stande sei. Ich habe deshalb Aufnahmen vorgezogen, von denen auf der beigefügten Lichtdrucktafel einige characteristische Bilder wiedergegeben sind.

Es scheint mir, als wenn die Unterschiede in der Darstellung der Augen in anderen Perioden noch deutlicher hervortreten, zumal in den frühen Perioden der Kunst. Bei den alten Aegyptern wird wohl kaum ein Unterschied zu konstatiren sein; man findet hier meist ein grosses, gleichmässig flach gerundetes Auge mit länglicher Lidspalte. Auf Gemälden documentirt sich die primitive Art der Kunst dadurch, dass alle Augen nur en face dargestellt werden, auch wenn das übrige Gesicht genau im Profil gezeichnet ist. Zur Verlängerung der schlitzförmigen Lidspalte fehlt nie der von der äusseren Lidcommissur der Augen nach der Schläfe hin ziehende breite schwarze Strich.

Curtius theilt mit, dass der Unterschied der Augen auf alten griechischen Vasenbildern sich schon ausgeprägt findet, indem die Männeraugen kreisrund, die Frauenaugen langgeschlitzt gezeichnet wurden.

Ein fast durchgehend innegehaltener, grosser Unterschied in der Wölbung der männlichen und weiblichen Augen findet sich bei den Pergamon-Ausgrabungen. Taf. VII Fig. 2 zeigt das stark gewölbte Auge eines Giganten, Taf. VII Fig. 3 das flache, fast concave Auge eines weiblichen Kopfes aus dem Berliner Museum.

Es liegt nahe aus der klassischen Periode der griechischen Kunst zunächst die viel citirten Figuren des Apollo von Belveder und die Venus von Medici zu betrachten. Nach Schadow ist Apollo ein Jüngling von 5 Fuss 2 Zoll Höhe; der Kopf macht $^{1}/_{7,5}$ von der Höhe

der ganzen Figur aus. Die Augen sind gross, weit geöffnet und gewölbt, jedoch ist die Wölbung gering, bedeutend geringer als die des normalen menschlichen Auges. Der Raum zwischen den beiden Augen (oder die Pupillendistanz) ist klein. Venus hat eine Grösse von 5 Fuss. Der Kopf ist im Verhältniss zum Körper auffallend klein. Die Augen sind klein und sehr abgeflacht dargestellt. Die Distanz der beiden Augen von einander ist fast so gross wie beim Apollo, also, weil der Kopf klein ist und die Augen selbst klein sind, der Raum zwischen den Augen relativ sehr gross.

Dass die Venusdarstellungen der Alten immer halbgeöffnete, sehr flach gewölbte Augen aufweisen, um den Ausdruck des Sinnlichen darzustellen, ist schon von Winkelmann bemerkt worden.

(Da es mir nicht möglich war ohne grosses Gerüst genügend nahe an den Kopf des hochgestellten Apollo den photogr. Apparat aufzustellen, so ist das Auge des Apollo auf Taf. VII Fig. 4 in verkleinertem Maassstab wiedergegeben.)

Der Unterschied in der Darstellung der Augen beider Geschlechter ist also auch in der klassischen Periode gemacht worden, er ist aber keineswegs an allen Statuen so durchgeführt, dass man es als ein „convenu“ der griechischen Künstler betrachten könnte, männliche Augen gewölbt und gross, Frauenaugen flach und klein darzustellen. Bei Männern finden sich allerdings meist starke Wölbungen, aber auch nicht zu selten ganz flache und selbst concave Augen, umgekehrt bei Frauen meist flache Augen, aber auch stark gewölbte. Als Beispiel für erstere Behauptung lege ich hier eine Photographie in natürlicher Grösse eines ganz flachen Auges vor (Taf. VII Fig. 5.), welches dem so ausdrucksvollen und gewaltig modellirten Kopf des Jupiter von Otricoli angehört.

Laokoon ferner hat ein ganz hohles concaves Auge.

Nur individuelle Unterschiede ohne Rücksicht auf das Geschlecht machten die grossen, realistischen Meister der italienischen Frührenaissance. Ich habe hier allerdings nur Portrait-Büsten, nicht, wie es eigentlich erforderlich wäre, Idealfiguren betrachten können. Auch in diesem Punkt zeigt sich der strenge Realismus dieser Schule.

Es ist nicht zu leugnen, dass auch von modernen Künstlern das männliche Auge häufiger gewölbt und gross, das weibliche meist etwas flacher und kleiner dargestellt wird. Hier ist die Feststellung der Hornhautkrümmung allerdings sehr erschwert, weil zur Belebung des Auges nicht nur die Grenze der Hornhaut (der Sulcus sclerae) gezeichnet wird, sondern auch durch Vertiefungen in der Cornea die Lichtreflexe des Convexspiegels der Hornhaut wiederzugeben versucht werden. Wenn dem aber so ist, dass auch bei den modernen Künstlern der genannte Unterschied häufig

gemacht wird, so müsste eine Erklärung der heutigen Bildhauer über den Zweck dieser Darstellungsweise auch die Darstellungsweise der alten Griechen, diesen scheinbaren tausendjährigen Irrthum, erklären.

Meine an mehrere hervorragende Maler gerichtete Frage, ob ihnen ein anatomischer Unterschied zwischen dem Auge des Mannes und dem des Weibes bekannt sei und ob sie diesen Unterschied bei ihren Bildern wiederzugeben pflegten, wurde verneint. Auch keinem war bekannt, dass ein Unterschied im anatomischen oder Zeichenunterricht gelehrt würde. Ebenso äusserte sich der Bildhauer Prof. E. Herter, Mitglied der Academie der Künste, dem ich für das eingehende Interesse, welches er meiner Frage entgegenbrachte, hier meinen besonderen Dank auszusprechen schuldig bin. Nach besonderen auf diesen Punkt gemachten Betrachtungen an den Statuen im Berliner Museum, besonders in der Olympia-Ausstellung, konnte auch er den von Curtius gefundenen Unterschied zugeben, fügte aber hinzu, dass derselbe durchaus nicht so stricte inne gehalten sei, dass dies als eine Kunstregel bei den Alten zu betrachten sei. Es müsse sich der bildende Künstler allein von seinem Gefühl leiten lassen, damit er im Auge denjenigen Ausdruck erziele, den er gesehen wissen wolle. Ein Arbeiten nach einer Schablone, ein Aufstellen einer Kunstregel in diesem Punkt sei fehlerhaft. Er glaube nicht, dass die Alten einen anatomischen Geschlechtsunterschied an den Augen angenommen hätten, ebensowenig wie die modernen Künstler.

Es scheint mir nun, da das ganze männliche Gesicht stärker modulirt ist, viel Erhöhungen und Vertiefungen und also auch viel Licht und Schatten aufweist, dass der griechische Künstler diesen Effect auch in der Darstellung des Auges hervorzubringen beabsichtigt habe. Wenn er das Auge stark gewölbt darstellt, so werden einzelne Theile der Wölbung hell beleuchtet sein, andere im Schatten liegen; das giebt dem Auge einen lebendigen, bewegten Blick; das weitgeöffnete Auge mit nach vorn gerichtetem Blick macht den Ausdruck kühn. Das weibliche Auge bildet er als eine ruhige gleichmässige oder wenig gewölbte Fläche ab, die gleichmässig beleuchtet sein wird und dadurch den Ausdruck des Sanften, Friedlichen, Weiblichen hervorbringt. Das Auge des Zeus von Otricoli ist flach und tiefliegend; der Künstler erzielt hierdurch ein tiefbeschattetes, dunkles Auge, das eines „Denkers“. Kurz, ich glaube, dass es bei der Darstellung der Augen an Statuen hauptsächlich auf die Herstellung bestimmter optischer Lichteffecte ankommt. Auf andere Weise ist die Darstellung ganz flacher oder concaver Augen nicht recht verständlich.

A. Conze[1] hat vor Kurzem eine Skizze des Entwickelungsganges der

---

[1] *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin* vom 4. Februar 1892.

Bildung der Augenform in der antiken Marmorplastik aufgestellt und darauf hingewiesen, dass die Art der Augenbildung bei der Zeitbestimmung antiker Sculpturen ein Kriterium ausmacht. Während in früheren Perioden der Ausdruck durch Wirkung auf den Bulbus selbst oder den sogenannten Augenstern (Hornhaut mit dahinterliegenden Regenbogenhaut und Pupille und sulcus sclerae) erstrebt wurde, fing man später mehr und mehr an, durch Gestaltung der Umgebung der Augen den gewünschten Ausdruck zu gewinnen. Die alten Meister haben also einen ähnlichen Entwickelungsgang in der Erkenntniss des Ausdrucks im Auge durchgemacht wie die Naturforscher. Man nahm früher einen dem Auge ausstrahlenden hypothetischen Stoff an, und kam allmählich zu der Entdeckung, dass ein Glasauge ebenso liebevoll oder hasserfüllt blicken kann wie ein lebendes, dass also der Ausdruck durch die engere und weitere Umgebung des Auges hervorgebracht wird.

Wer sich für den Ausdruck im Auge und die Darstellung dieses Ausdruckes näher interessirt, lese neben den Schriften der Kunstaesthetiker auch diejenigen der Naturforscher, vor allem die geistreichen Untersuchungen von Charles Darwin „der Ausdruck der Gemüthsbewegungen bei den Menschen und Thieren“[1] und die Vorträge von den Anatomen Henke und Hasse und den Augenärzten Schmidt-Rimpler und Magnus.

Ich bin ferner der Ansicht, dass, wenn wir ein Auge betrachten, uns viel mehr die Regenbogenhaut, die Pupille etc. auffällt, als die Wölbung des Auges. Es erfordert in der That eine sehr genaue Betrachtung des Auges im Profil, um sich die Krümmung der zarten, durchsichtigen, Hornhaut des Auges zu veranschaulichen. Eine solche Inspection nehmen wir aber meist nicht vor. Die Krümmung der Hornhaut spricht also beim Ausdruck des Auges verhältnissmässig wenig mit, und die fast durchgehends falsche Darstellung derselben an den Statuen ist ein unwesentlicher Fehler. Die Vorstellung von der Convexität der Augen kommt uns wohl hauptsächlich dadurch, dass wir die Spiegelbilder der Hornhaut, nicht die Hornhautkrümmung selbst sehen. Bei dem flachen Auge des Kolossalkopfes der Hera (S. Fig. 1 des Textes) aus der Olympia-Austellung hat sich der Darsteller eben die durchsichtige, fast unsichtbare Hornhaut fortgedacht und hat die markirte Iris und Pupille in flacher Ebene wiedergegeben.

Wer sich der Lectüre des Homers erinnert, weiss wie zutreffend die Bemerkung von Curtius ist, dass die Alten den Blick für characteristische Körperformen an der Thierwelt ausgebildet haben und bei dem Auge den Anschluss an Thierformen am deutlichsten bezeugt haben. Jedenfalls

[1] Uebersetzt von V. Carus (Stuttgart. 1872).

haben die Alten mit dem so oft gebrauchten Epitheton γλαυκῶπις als Beiwort der Athene und βοῶπις als Beiwort der Hera bestimmte Characteristica an deren Augen ausdrücken wollen. Es fragt sich nur, ob sie die Wölbung des Auges als characteristisch haben bezeichnen wollen, oder die Grösse, den Glanz, ein dunkles Leuchten, die Farbe oder dergleichen.



Fig. 7. Stierauge am Wasserbassin des Herodes Atticus. (Nach Curtius.)

Fig. 8. Schematische Darstellung des Auges eines ausgewachsenen Ochsen. (Nach Gypsabguss.)

Als kleinen Beitrag zu dieser Frage möchte ich noch das Ochsenauge kurz beschreiben und zeigen, dass dasselbe in Bezug auf seine Wölbung, wie Fig. 11 der Schrift von Curtius zeigt (das Auge des Stiers von dem Weihgeschenk der Rizella an dem Wasserbassin des Herodes Atticus), von den Alten durchaus nicht naturalistisch wiedergegeben ist. Das Ochsenauge ist kein flaches, sondern ein stark gewölbtes. Ich habe ein ganz frisches Auge eines ausgewachsenen Ochsen in Gyps abgegossen und so die Formen erhalten. Die Messungen ergaben folgendes:

Die Lederhaut (Sclera) ist gegen die Hornhaut durch einen scharfen Einschnitt abgegrenzt. Die Hornhaut ist im verticalen Durchmesser an der Peripherie $22 \cdot 5^{mm}$, im horizontalen $27 \cdot 5^{mm}$ lang, also stark oval gebildet. Es besteht ein bedeutender sog. regelmässiger Astigmatismus in der Art, dass der Krümmungsradius der Hornhaut im verticalen Meridian 13^{mm} im horizontalen 16^{mm} beträgt. Die etwas schwächer und unregelmässig gekrümmte Lederhaut hat einen Krümmungsradius von etwa 18^{mm}. Das Auge wird höchstens bis zu 25^{mm} geöffnet.

Das Stierauge am Wasserbassin des Herodes Atticus dagegen hat einen Krümmungsradius von $46 \cdot 5^{mm}$ und eine Oeffnung von 35^{mm}, dasselbe ist also viel zu flach dargestellt.

Die hiermit constatirte Thatsache, dass die alten Künstler in der Darstellungsweise der Augen sich Abweichungen von der Natur erlaubten, um bestimmte Effecte zu erzielen, ist nicht besonders überraschend und steht nicht vereinzelt da. Es ist bekannt, dass in einzelnen Epochen der Kunst die Menschenleiber in bestimmter Absicht über das Maass verlängert wieder-

gegeben wurden, oder dass die Beine zu lang dargestellt sind, um den Ausdruck des Erhabenen hervorzubringen, wie dies z. B. beim Apollo Pythicus der Fall ist (Langer) u. s. w. Im möglichst genauen Copiren der Natur liegt eben nicht das Wesen der bildenden Kunst.

Die letztangefügten Bemerkungen über die Darstellung der Augen in der Antike, welche noch eine Fülle des Interessanten für den Anatomen und Ophthalmologen bietet, mögen als kurze, vorläufige, nicht das Thema erschöpfende Skizze hier aufgefasst werden.

Erklärung der Abbildungen.

(**Tafel VII.**)

Fig. 1. Krümmung der Hornhaut eines normalsichtigen menschlichen Auges. Natürliche Grösse. Photographirt nach dem Lebenden mit Blitzlicht und electrischer Entzündung.

Fig. 2. Auge eines Giganten aus Pergamon (Gigantomachie des Berl. Museums). Natürliche Grösse.

Fig. 3. Auge eines weiblichen Kopfes aus Pergamon (Berliner Museum). Natürliche Grösse. Schwach concave Hornhautkrümmung.

Fig. 4. Auge des Apollo von Belveder. Auf ca. $^1/_2$ verkleinert. Mässig convex gekrümmte Hornhaut.

Fig. 5. Auge des Jupiter von Otricoli von Phidias. (Rom, Vatican) Colossalkopf. Natürliche Grösse. Im Profil vollkommen flaches, ruhiges Auge.

Beiträge zur Embryologie der Affen.

Von

J. Kollmann,
in Basel.

(Hierzu Taf. VIII.)

I. Mittheilung.

Die Körperform eines Makakenembryo (Cercopithecus cynomolgus) von 9·5 mm Scheitel-Steisslänge.

Herrn Dr. Bernhard Hagen, seit mehreren Jahren dirigirender Arzt eines Krankenhauses in Deli auf Sumatra, verdanke ich einige Affenembryonen. In unmittelbarer Nähe von Deli kommen mehrere Affenarten vor, besonders häufig Cercopithecus cynomolgus, Semnopithecus maurus, Hylobates syndactylus. Die Paarungszeit dauert das ganze Jahr hindurch.

Ein Bericht an den Board of Trustees des Elizabeth Thomson Science Fond in Boston Mass. um Geldmittel für Anstellung eines Jägers, der trächtige Thiere erlegen sollte, hatte den gewünschten Erfolg. In zuvorkommender Weise wurden 150 Dollars noch Ende April 1890 bewilligt. Ich spreche hiermit der Commission[1] öffentlich den verbindlichsten Dank aus für die schnelle Gewährung meiner Bitte und erwähne noch besonders anerkennend, dass meine verspäteten Vorschläge doch noch für das Jahr 1890 berücksichtigt wurden.

Im Juni 1890 begann die Jagd, über deren Ergebniss ich in einer Reihe von Artikeln zu berichten gedenke. Ehe dies geschieht, spreche ich an dieser Stelle auch meinem verehrten Freunde und Collegen Dr. B. Hagen den wärmsten Dank aus für sein wirksames Interesse. Mit anstrengenden

[1] Bestehend aus den Hrn. H. P. Bowditsch, Präsident. — Dr. Minot jr., Treasurer. — E. C. Pickering. — F. A. Walker. — Ch.-Sedgwick Minot, Secretary.

Arbeiten in dem verderblichen Klima[1] überhäuft und in Folge dessen leidend, hat er dennoch trotz seines täglichen umfangreichen Dienstes als Chefarzt eines grossen Spitales und mitten in weitgreifenden anthropologischen Arbeiten[2] sich auch noch für die Embryologie begeistert und die Förderung auch dieses Zweiges der Wissenschaft sich angelegen sein lassen.

In unseren weit vorgeschrittenen embryologischen Kenntnissen fehlt noch ein wichtiges Capitel: die Embryologie der Affen. Foetusse sind zwar schon wiederholt beschrieben und abgebildet worden, ich erinnere an die Arbeiten von Owen, Huxley, Darwin, Trinchese u. A., die Deniker[3] in seinen Thèses aufgezählt hat, aber Embryonen sind, mit Ausnahme jener erst jüngst von Selenka[4] beschriebenen noch nicht ausführlich bekannt geworden.

Zu den für mich aus Sumatra eingelaufenen Embryonen kommt noch ein anderer werthvoller Affenembryo aus einer früheren Entwicklungsstufe als der hier beschriebene, den ich der Güte der Herren Fritz und Paul Sarassin verdanke, die ihn aus Ceylon nach Europa gebracht haben. Ihre Liberalität für die Ueberlassung dieses tadellos conservirten Objectes sei hier ebenfalls dankend hervorgehoben.

Ich werde die mir zur Verfügung gestellten Abkömmlinge der Simier zunächst eingehend bezüglich ihrer Körperform und ihrer innern Entwickelung beschreiben und durch grosse und deutliche Figuren alle Einzelheiten fest zu halten suchen. Erst am Schlusse dieser Mittheilungen gedenke ich dann die Embryologie des Menschen und diejenige der Simier, sowie die der Simier und anderer Säuger neben einander zu stellen.

I. Embryo.

Cercopithecus cynomolgus, Makake; erhärtet in Sublimat, ausgewaschen in destillirtem Wasser, dann nach der Ankunft in Basel mit Jodalkohol, dann mit Alkohol von 70° behandelt.

Der Embryo war nur von dem unverletzten Amnion umhüllt, die Entfernung aller übrigen Eihüllen war erbeten worden, um eine praecise Fi-

---

[1] In Deli herrscht die Dissenterie endemisch.

[2] Anthropologische Studien aus Insulinde. Nat. Verh. Kgl. Acad. Amsterdam. Bd. XXVIII mit Messungstabellen und 4 Tafeln.

[3] Deniker, *Thèses.* Poitiers 1886.

[4] Selenka, *Sitzungsbericht der Berliner Academie.* Nov. 1890 und *Studien über Entwickelungsgeschichte der Thiere.* Wiesbaden 1891.



xirung durch das Sublimat zu erreichen, die nicht so sicher ist, wenn das Chorion, oder gar der Uterus dazu, den Embryo umgeben; sein gerader Längenmesser — Scheitel-Steissende — beträgt an dem Weingeistpraeparat 9.5 mm. Er ist stark zusammengekrümmt, die Nackenbeuge ist stark ausgeprägt. Der Rücken zeigt nur eine leichte Krümmung (Fig. 1) dagegen ist die Beckenkrümmung wieder sehr stark. Sie bildet einen Halbkreis, der sich dann in den Contour eines langen Schwanzes fortsetzt. Der Schwanz ist zwischen den schaufelförmigen Anlagen der hinteren Gliedmaassen in die Höhe geschlagen und reicht bis zu der Stirn hinauf. Er ist seiner ganzen Länge nach segmentirt und stellt ein sehr bedeutendes Organ dar, das viel ansehnlicher an dem Embryo ist, als an dem erwachsenen Thier. Namentlich ist die Wurzel des Schwanzes mächtig entwickelt. Er ist nicht gerade, sondern schon jetzt geschwungen. Alle seine Eigenschaften gehen aus der Figur 3 hervor, die ebenfalls mit Hülfe von photographischen Aufnahmen entworfen ist, wie alle übrigen Abbildungen. Die Bedeutung dieses Appendix darf man übrigens nicht überschätzen, denn bei einzelnen Species aus der Gattung der Meerkatzen und der Makaken fehlt ein äusserlich sichtbarer Schwanz vollständig. Die Krümmungen des Rumpfes umschliessen den stark vorgewölbten Bauch. Durch die Membrana reuniens anterior hindurch sind Herz und Leber theilweise erkennbar. In der Figur 2 ist ihre Lage dargestellt. Der hintere Abschnitt des Bauches nimmt den ansehnlichen Nabelstrang auf. Das Amnion umgab den Embryo als eine dünne durchsichtige Membran, und stand ca. $^1/_2$ mm vom Körper ab. Diese Entfernung ist wahrscheinlich die Folge der Schrumpfung des Embryo nach der Behandlung mit Alkohol, denn im frischen Zustande ist auf dieser Entwicklungsstufe das Amnion anderer Thierembryonen so dicht anliegend, dass die Wegnahme oft mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. Nach Entfernung des Amnion trat eine Eigenthümlichkeit dieses Affenembryo hervor, die sofort hier erwähnt werden soll, weil sie bei andern Säugethierembryonen nicht in diesem Grade sichtbar ist, wenn sie einmal mit den conservirenden Flüssigkeiten behandelt sind, es ist dies eine sehr dünne Beschaffenheit der Membrana reuniens anterior. Sie lässt nicht allein den Inhalt der Pleuroperitonealhöhle deutlich erkennen, sondern auch die Grenze der Bauchplatten. Bei keinem Säuger, den ich bisher zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist dieser Gegensatz zwischen den Bauchplatten und der Membrana reuniens anterior so scharf auf dieser Entwicklungsstufe. Man kann zwar immerhin deutlich den Unterschied erkennen, wie ich dies auch jüngst ausgeführt habe[1], aber nirgends sind bei Säugern, soweit meine

[1] *Dies Archiv.* 1891. S. 39. Die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen von 13—35 Urwirbeln. Mit 3 Taf.



Erinnerung reicht, die Unterschiede so in die Augen springend, (Taf. VIII. Fig. 1) wie bei dem Cercopithecus-Embryo. Das hat manche Vorzüge, von denen später die Rede sein wird.

Der Nabelstrang ist ansehnlich dick, füllt innerhalb des Körpers den Hinterbauch vollständig aus, ausserhalb geht er links vom Wirbelschwanz zum Chorion. Deutlich war erkennbar, dass sich das Amnion an dem Nabelstrang befestigte und ihn mit einer Scheide umgab. An der untern Fläche des Nabelstranges setzt sich die Vena umbilicalis durch eine seichte Einschnürung deutlich ab. (Fig. 2 u. 3.)

Nach den Mittheilungen Selenka's fehlt den Affen eine Allantois; sie besitzen wie der Mensch einen Bauchstiel. Der Werth dieser Thatsache ist im Hinblick auf die Uebereinstimmung der Organisation sehr hoch anzuschlagen.

Der vorliegende Embryo ist in der Entwickelung schon zu weit vorgeschritten, als dass er noch eine freie Allantois besitzen könnte. Die Verbindung mit dem Chorion ist schon hergestellt auf dieser Entwickelungsperiode. Das lässt sich mit aller Bestimmtheit sagen, obwohl das Chorion sammt den Eihäuten auf meinen Wunsch in Sumatra entfernt worden war, ich also nur nach den Regeln der Entwickelung bei andern Säugern diese Angabe machen kann und nicht auf Grund des Augenscheins.

Ueber das Alter des Embryo besitze ich natürlich keine Angaben. Die Jagd schliesst die Möglichkeit aus, hierüber Erfahrungen zu sammeln. Ich vermuthe nach den Erfahrungen an unsern Hausthieren und am Menschen ein Alter von ca 4 Wochen. Die ansehnliche Entwickelung des Kopfes, die bereits weit vorgeschrittenen Veränderungen der Kiemenbogen, von denen der Zweite und die Folgenden schon in Theile des Kopfes und Halses umgebildet sind, lassen wohl auf die Mitte der 4. Woche schliessen.

Der Kopf ist ebenso gross wie der Rumpf — genau genommen sogar etwas grösser. Die Gerade von dem höchsten Punkt der Nackenkrümmung bis zu dem der Scheitelkrümmung beträgt $6 \cdot 6^{mm}$. Von der Grenze des Kopfes (dem ventralen Rande der I. Kiemenspalte) bis zu dem höchsten Punkt der Beckenkrümmung gemessen, beträgt die Entfernung nur $5 \cdot 7^{mm}$. Man sieht daraus, der Kopf ist grösser als der Rumpf. Die Höhe des Kopfes von dem hervorragendsten ventralen Punkt des Grosshirns bis zu dem des Mittelhirns gemessen beträgt $4 \cdot 6^{mm}$.

Betrachtet man die Körperform im Allgemeinen, ohne die Kenntniss der Herkunft des Embryo, so dürfte kaum der Gedanke auf pithecoide Abstammung auftauchen. In der Bildung des Kopfes und des Vorderrumpfes deutet nichts auf thierische Abstammung. An dem Hinterkörper spricht freilich der lange Wirbelschwanz sehr deutlich als ein Merkmal der geschwänzten Affen. Bei keiner Thierform, die ich im embryonalen

Zustande kenne, von den Säugern bis zu den Sauropsiden, besitzt der Wirbelschwanz auf dieser Stufe der Entwickelung eine solche Ausdehnung und eine solche Stärke.

Wenn wir nun auch hiemit eine Kriterium besitzen, um unter Umständen den Embryo eines geschwänzten Affen von andern Embryonen der oben erwähnten grossen Thierkreise zu unterscheiden, so fehlt jedoch jeder Anhaltspunkt zur Unterscheidung der Familie und der Species. Diese Merkmale sind auf dieser Entwickelungsstufe noch nicht ausgeprägt.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen will ich die einzelnen embryonalen Körperregionen in Bezug auf ihre Form ausführlicher beschreiben, wobei selbstverständlich auch ihr Inhalt in Betracht kommt, soweit er durch die Körperwand hindurch erkennbar ist. Ich beginne aus praktischen Gründen mit dem Rumpf, und zwar mit der Wolff'schen Leiste.

Die Wolff'sche Leiste.

Sie ist gegen die Urwirbelleiste scharf abgegrenzt und springt mit einem scharfen Rande vor. Von ihr gehen die Extremitäten aus, das ist ungemein deutlich erkennbar. Für den Arm ist jeder Zweifel ausgeschlossen, als könnte er von der Urwirbelleiste entspringen, denn ein deutlicher Substanzstreifen liegt noch zwischen der Urwirbelleiste und dem Arm. Am Bein ist dies weniger deutlich, weil die Stellung eine andere und dadurch der Blick auf die Ursprungsstelle gehindert ist.

Die Wolff'sche Leiste entspricht dem ventralen Theil des späteren Seitenrumpfmuskels der Fische und der übrigen Wirbelthiere. Vergleichende Anatomie und vergleichende Embryologie berechtigen zu dieser Auffassung. Ich will durch diese Bemerkung andeuten, dass embryologisch deutlich erkennbar ist, was die Anatomie des Menschen und der Thiere auf Grund des Verhaltens der Nerven nachzuweisen vermochte, dass nämlich die Extremitäten aus ventralen Theilen des Seitenrumpfmuskels hervorgehen. Wir sind allerdings nur bei den Fischen im Stande, den Seitenrumpfmuskel in seiner reinen Form beobachten zu können und bei den Selachiern vor allem ist seine Entstehung und sein Wachsthum erkennbar. Bei den höhern Wirbelthieren kehrt aber wenigstens während der Entwickelung, freilich nur für sehr kurze Zeit eine Anordnung wieder, welche die wichtigen Abschnitte des dorsalen und ventralen Theiles des Seitenrumpfmuskels erkennen lässt. Bei dem vorliegenden Embryo ist die ventrale Anlage dieses Muskels desshalb noch besonders deutlich, weil die Urwirbelleiste und die Wolff'sche Leiste äusserlich so scharf getrennt neben einander liegen, und weil aus der letztern so deutlich die Extremitäten hervorsprossen.

An der Wolff'schen Leiste ist überdies die Grenze zwischen ihr und der Membrana reuniens anterior deutlich zu erkennen. Was hier als Wolff'sche Leiste an dem Affenembryo sichtbar ist, stellt in einer früheren Entwickelungsstufe bekanntlich die Somatopleura dar. Die Splanchnopleura liegt in der Tiefe und liefert das Mesoderm des Darmrohres, hat also mit der bandartigen Somatopleura keinen directen Zusammenhang mehr. Auf dieser Entwickelungsstufe hat die Wolff'sche Leiste auch den Namen Bauchplatte erhalten. Sie nimmt nämlich sofort nach der Anlage der Extremitäten an Breite zu und wächst mit derjenigen der anderen Seite in der vorderen Medianlinie zusammen. Die Membrana reuniens, die „Bauchhaut" geht dabei in den Bauchplatten auf. Bei dem Makakenembryo ist überdies jene Partie der Bauchplatte erkennbar, welche zunächst in die Membrana reuniens hineinwuchert. Die Bauchplatte zeigt nämlich nach dem ventralen Rande hin ein schmales Band, das sich von dem übrigen Theil deutlich abhebt. (Figg. 1 und 2.) Es ist wohl als jene Wachsthumszone zu betrachten, die sich mehr und mehr vergrössert und die Membrana reuniens schliesslich ersetzt, während der dorsale Theil, der hinten an die Urwirbelleiste stösst, bei dem erwachsenen Thiere jenem Gebiete des Rumpfes entspricht, das zwischen der Axillarlinie und der Scapularlinie sich ausbreitet. Wenn diese Auffassung richtig ist, sie bedarf für die volle Begründung freilich noch zahlreicher Erfahrungen über das Verhalten der Bauchplatten in späteren Stufen, dann scheint es mir für unsere weiteren Beobachtungen über den Aufbau des Säugethierkörpers werthvoll, die Bezeichnung Wolff'sche Leiste ausschliesslich für jene dorsale Zone zu reserviren, auf der die Extremitäten hervorsprossen, dagegen den Ausdruck Bauchplatten für jene ventrale Zone zu verwenden, welche die Membrana reuniens anterior ausfüllt und allmählich ersetzt. In den Figuren 1 und 2 sind die beiden Abschnitte der Somatopleura in diesem Sinne bezeichnet. Eine solche Unterscheidung scheint mir deshalb werthvoll, um das embryonale Gebilde, das als Wolff'sche Leiste auf dieser Entwickelungsstufe besteht, von jenen Bauchplatten zu trennen, welche schliesslich die Pleuroperitonealhöhle vervollständigen. In der Wolff'schen Leiste finden sich jetzt schon die ventralen Nerven, wie sich später zeigen wird, aber sie haben die ventrale Grenze der Wolff'schen Leiste noch nicht überschritten, das folgt erst allmählich mit dem Wachsthum der Bauchplatten. In dem von mir als Bauchplatte bezeichneten Band entsteht nach und nach das Material für die Herstellung der Bauchmuskeln.

Das caudale Ende der Wolff'schen Leiste ist nicht zu sehen, die Extremität verdeckt den letzten Abschnitt. Das vordere Ende liegt dagegen frei und erstreckt sich, oberhalb des Arms das arterielle Ende des Herzens bedeckend, bis zur Mittellinie. (Fig. 1*.) Nur ein ganz schmaler Theil er-

streckt sich nach der von His Fossa praecervicalis genannten Stelle hin und hängt mit dem dort ausgebreiteten Mesodermstreifen zusammen. Ich betone dies ausdrücklich, weil sich daraus deutlich entnehmen lässt, dass zu dem Aufbau des Halses die Wolff'sche Leiste wenig Material liefert. Das, was wir gemeinhin Wolff'sche Leiste nennen, scheint proximal vom Arm sogleich zu endigen.

Die Urwirbelleiste

besteht nach meiner Zählung aus folgenden Abtheilungen:

1. aus acht Halssegmenten,
2. „ zwölf thorocalen Segmenten,
3. „ sechs lumbalen „
4. „ sechs sacralen „ und
5. aus vielen caudalen Segmenten, die sich wegen der Kleinheit im Bereich des Schwanzendes nicht zählen liessen.

Diese Zahlen sind auf Grund der Mittheilung Tanja's[1] angenommen, der drei Makaken (Cercopitheci cynomolgi) untersucht hat. Alle besassen 18 thoraco-lumbale Wirbel und 12 Rippen. An und für sich fehlen bei der Betrachtung von Embryonen alle Kriterien, um die Grenze von thoracalen und lumbalen, oder cervicalen Segmenten u. s. w. sicher festzustellen. Die Zählung der Ursegmente ist mit sehr viel Mühe verbunden. Nur durch wiederholte photographische Aufnahmen mit darauffolgender Vergrösserung der Negative war ein zufriedenstellender Ueberblick erreichbar. Es war nicht möglich, ein Negativ herzustellen, auf welchem alle Ursegmente gleichzeitig sichtbar gewesen wären, sondern erst nach und nach konnte ein Bild gewonnen werden, wie es in der Fig. 1 dargestellt ist.

Mit grosser Sicherheit liess sich jedoch bald erkennen, dass die sacralen und lumbalen Segmente grösser waren als die thoracalen, und diese wiederum ansehnlicher als die cervicalen. Die thoracalen Segmente waren gleichzeitig mit ihrer längsten Axe etwas caudalwärts geneigt.

Im Bereich der cervicalen Segmente wurde eine auffallende Erscheinung constatirt. Die Urwirbelleiste spaltet sich dort zunächst in zwei Schenkel (Figg. 1 u. 2), welche verschiedene Richtungen einschlagen. Der ventrale Schenkel umgreift das obere Ende der Wolff'schen Leiste und zwar jene Insertionsstelle des Armes, an die später der Deltamuskel zu liegen kommt. Dabei wird dieser Schenkel ansehnlich breit, und diese Verbreiterung nimmt zu, je weiter dieser Schenkel gegen das Hinterhaupt hinauf gelangt. Er endigt in der Nähe der noch weitklaffenden ersten Kiementasche. — Siehe Fig. 1.

[1] T. Tanja, Ueber die Grenzen der Pleuralhöhlen bei den Primaten und bei einigen anderen Säugethieren. *Morphol. Jahrbuch.* Bd. 17. 1891. S. 161.

Der dorsale Schenkel behält auf eine längere Strecke einen mehr gleichmässigen Durchmesser; er schreitet empor, um in der Nähe des Nachhirns sich zu verlieren. Dabei entfernt er sich mehr und mehr von dem ventralen Schenkel, was an dem Embryo und an den Photographien deutlich dadurch hervortrat, dass eine Anfangs schmale, dann aber mehr und mehr breite Furche zwischen beiden Schenkeln auftrat. Jedes Halssegment trennt sich also in eine dorsale und eine ventrale Platte. An den sechs unteren Halswirbeln war die Trennung jeder Urwirbelplatte in zwei Hälften unverkennbar; ich wurde zuerst durch die Photographie darauf aufmerksam. Die zarten Schatten, welche die seichten Furchen zwischen den Segmenten warfen, wurden von der empfindlichen photographischen Platte fixirt. Dann gelang aber auch die directe Beobachtung bei künstlichem (Lampen-) Licht, das durch eine Planconvexlinse auf den Embryo fiel. Mit Hülfe eines schwachen Objectives (Zeiss *a* und Ocular 1) also 7 maliger Vergrösserung waren die Einzelheiten sehr scharf erkennbar.

Ich verfüge über eine dreifache Beobachtung, dass eine Theilung der Urwirbelleiste stattfindet und dass die erwähnten Schenkel im Halsgebiet metamer gegliedert sind. Zuerst wurde die Erscheinung bemerkbar durch die Photographie; dann bei auffallendem Licht, so lange der Embryo sich in Weingeist von 70° befand mit Hilfe des Zeiss'schen Objectives; endlich bei durchfallendem Licht, als der Embryo mit Xylol durchsichtig geworden war. Da liess sich nicht bloss die Segmentirung der beiden Schenkel deutlich erkennen,[1] sondern auch die Unterbrechung der einzelnen Metameren durch die Intersegmentalfurche.

Die erwähnte Spaltung der Urwirbelleiste in der hier beschriebenen Weise ist bisher an keiner der sonst so vortrefflichen Abbildungen von Menschen oder Säugern der gleichen Entwickelungsstufe angegeben worden. Auf früheren Entwickelungsstufen ist die Urwirbelleiste in dem Cervicaltheil zunächst einfach gegliedert, wie z. B. an der Abbildung des menschlichen Embryo bei His Pr. Taf. XIII oder der Taf. I.* Fig. 1 Embryo B. von c. 4 Wochen. An älteren menschlichen Embryonen ist das Verhalten, nach den Abbildungen zu urtheilen, sehr verschieden, wie eine Vergleichung der His'schen Tafeln zeigt. In den meisten erscheint die Urwirbelleiste im Cervicaltheil glatt, ohne Gliederung, an einigen ist auch ein Zerfall in zwei Schenkel bemerkbar, wie auf Taf. XIII Fig. 7, von denen der eine, wie bei dem Affenembryo, um die Insertion des Armes

[1] Es sei hier noch die Versicherung angefügt, dass kein Kunstproduct vorliegt, etwa durch die Conservirung mit Sublimat hervorgerufen. Theilung der Urwirbelleiste in dieser Form kann Sublimat nicht zu Stande bringen. Bei den vielen Erfahrungen, welche man heute über die vortrefflich fixirende Kraft des Sublimates besitzt, ist eine solche Erklärung dieser Wülste auszuschliessen.



sich herumbiegt, während der andere dorsal weiterzieht und dann eine quere Unterbrechung erfährt. Aber diese beiden Schenkel sind ungegliedert.

Der Affenembryo zeigte noch eine andere Erscheinung, nämlich mehr als acht Segmente im Bereich der Cervicalgegend. Vor den acht Cervicalsegmenten waren noch drei Segmente an dem dorsalen Schenkel, die also dem Kopf angehören würden. Das mittlere der drei Kopfsegmente lag etwas vertieft und hatte überdies eine von den übrigen verschiedene Form.

Ich bin mir wohl bewusst, dass diese Angabe manchen Zweifeln begegnen wird. Diese Gliederungen müssen aber denn doch als Segmente bezeichnet werden, denn sie haben dasselbe Aussehen und die nämliche Anordnung wie jene im Bereiche des Cervicaltheiles. Diese Gliederung war also nur an dem dorsalen Schenkel bemerkbar, an dem ventralen ging sie, so viel ich sehen konnte, nicht über die Zahl 8 hinaus.

Ich behalte mir die eingehende Erörterung dieser Erscheinungen für eine spätere Mittheilung vor und bemerke hier nur, dass die Trennung der Halssegmente in einen dorsalen und einen ventralen Schenkel manche Eigenthümlichkeiten der Halsregion befriedigend aufklären, und die grössere Zahl der Segmente in der dorsalen Leiste (Fig. 1) der Erklärung wenig Schwierigkeiten bereiten würde. Vollständig neu und unerwartet ist hauptsächlich die Trennung der Halssegmente in ventrale und dorsale Stücke, die man als Fragmentirung bezeichnen kann. Allein auch diese Erscheinung, dass sich von Metameren kleine Stücke abtrennen, um gleichfalls metamer angelegte Organe zu bilden, wie dies hier, bei einem Affenembryo im Halsgebiete sich beobachten lässt, ist keine isolirte Erscheinung. Ich erinnere daran, dass bei den Selachiern die Anlage der Extremitäten (Flossen) durch Ablösung knospenförmiger Massen stattfindet, welche von der unteren Urwirbelkante stammen. Darüber besteht in denjenigen Kreisen, welche die Entwickelung dieser Thiere aus eigener Erfahrung kennen, nicht der geringste Zweifel.

In der letzten Zeit mehren sich ferner die Beobachtungen, dass etwas Uebereinstimmendes auch bei den Vögeln und den Säugern bezüglich der ventralen Muskeln stattfinde. Metamer angelegte Muskeln stammen also direct von Myomeren ab in der Weise, dass die Wand jedes Myotomes in die Splanchnopleura im Verlaufe der Entwickelung sich fortsetzt. Wird die Aufmerksamkeit sich mehr diesem Verhalten zuwenden, so werden sich auch sehr bald die bezüglichen Angaben mehren. Die Segmentirung beschränkt sich anfangs allerdings ausschliesslich auf die Urwirbelleiste, aber mit dem Wachsthum der Myomeren greift sie auch auf die Somatopleura über. Bei dem vorliegenden Affenembryo zeigte sich dies im Bereich des Rumpfes so deutlich, dass ich in den Fig. 1 und 2 die Segmentirung der Somatopleura auch angegeben habe, so wie sie sich eben erkennen liess.

Die Erscheinung war unverkennbar bei der von mir angewendeten Beleuchtung und einer richtigen Lagerung des Embryo. Es liess sich erkennen, wie die Wölbungen der Metameren über die rinnenartige Vertiefung zwischen den Urwirbeln und der Wolff'schen Leiste hinaus, also in den Anfang der naheliegenden Somatopleura sich hineinerstreckten, nur in sehr geringer Ausdehnung, aber doch deutlich. Mit dieser Fortsetzung der Metameren, die sich übrigens auch an Serienschnitten direct erkennen lässt, erfolgt auch die Fortsetzung der segmentalen Furche. Das ist unerlässlich, denn sonst könnte man ja auch die Fortsetzung der Myomeren nicht wahrnehmen, weil die Abgrenzung fehlte. Fragmentirung der Segmente, d. h. Loslösung einzelner Abschnitte, welche segmental gebauten Organen als Grundlage dienen, ist also embryologisch beobachtet, ebenso wie die Fortsetzung metamerer Gliederung in die Splanchnopleura.

Was nun die vorliegende Fragmentirung der Cervicalsegmente betrifft, welche deutlich zwei segmentirte Schenkel herstellt, so hängt sie wohl mit dem Aufbau des Seitenrumpfmuskels im Bereich des Halses zusammen. Dieser Abschnitt des Rumpfes besitzt nicht minder ventrale und dorsale Theile, und es werden wohl die Segmente des dorsalen Schenkels der Urwirbelleiste für die Herstellung dorsaler Theile, die Segmente des ventralen Schenkels zur Herstellung ventraler Theile verwendet. Der ventrale Schenkel der Halssegmente entspräche dann der an dem embryonalen Hals deutlich gegliederten Somatopleura, welche früher, als jene des Rumpfgebietes sich in der Medianlinie vereinigt und wohl die Bedingungen zur Herstellung z. B. der Scaleni, des Longus colli, des Longus capitis u. s. w. enthält.

Oben wurde hervorgehoben, dass ein kleiner Abschnitt der Somatopleura proximal vom Ansatze des Armes gegen die Fossa praecervicalis sich hinein erstreckt (Fig. 1* oben), er käme nach der Ausbildung des Halses noch in den Bereich des Thorax zu liegen und enthält wohl das Material für die obere Partie der Sternalleisten.

Die Extremitäten.

Die Extremitäten zeigen die allgemein bekannte Schaufelform. Zwei Eigenschaften sind hier hervorzuheben:

1. Sie sind in ihrem Entwickelungszustand sehr verschieden. Die Arme sind im Vergleich zu den Beinen viel weiter voran. Das ist auch bei dem Menschen und dem Maulwurf noch auf dieser Entwickelungsstufe der Fall, bei den Sauropsiden fehlt dieser Unterschied bei Embryonen, die in der Körperform mit den Affen und Menschen verglichen werden können.

An der oberen Extremitätenanlage ist die Hand noch schaufelförmig,

es liessen sich erst drei Strahlen deutlich erkennen, die übrigen zwei sehr schwach. Der mittlere war der stärkste.

Der Vorderarm ist kantig und lässt eine volare und eine dorsale Fläche unterscheiden, die volare liegt der Rumpffläche an. Die radiale Kante liegt proximal, die ulnare ist caudal gerichtet.

An der untern Extremität (ich gebrauche mit Absicht die Orientirung wie bei menschlichen Embryonen) liegen die Verhältnisse nicht so klar wie bei der oberen. Die Untere ist weniger kantig, dafür aber mehr rundlich. Die Stelle an der später das Kniegelenk auftauchen wird (Fig. 1*) ist schon beträchtlich proximal gelagert, und es macht den Eindruck, als ob hier jene Drehung schon grösstentheils vollzogen wäre, welche die Patella nach vorn und die Tibia medial stellt. Gegen diese Deutung wird sich wenig einwenden lassen, sobald anerkannt ist, dass an der mittleren Knickung der Anlage das Knie auch wirklich entsteht, so wie ich annehme. Auch an dem Arm wäre die Stelle, an der der Ellbogen auftritt, schon erkennbar und zwar dort, wo die ulnare Kante an der Extremitätenleiste anliegt.

Von einer Ausbildung der Strahlen am Fusse war noch nicht das Geringste zu bemerken.

2. An dem Arm zeigten sich nach oben zwei faltenartige Verbindungen mit der Praecervicalgegend, aus der bekanntlich später der Hals hervorgeht. Die Falten waren sehr deutlich. Sie hängen mit dem ventralen Schenkel der Halssegmente zusammen.

Das Medullarrohr.

Das Medullarrohr ist in seiner ganzen Ausdehnung bereits geschlossen. Im Bereich des Rumpfes zeigt es eine regelmässige segmentale Querstreifung, welche von den, durch die Membrana reuniens posterior schimmernden weissen Wurzeln der sensibeln Nerven herrührt. Das Medullarrohr liegt zwischen den dorsalen Rändern der Ursegmente. Sie fassen den ventralen Theil des Medullarrohres zwischen sich. Im Bereiche des Kopfes besteht bereits eine ansehnliche Höhe der Ausbildung. Es lassen sich dort folgende Einzelheiten erkennen:

Die Hemisphaeren-Blasen bedecken erst einen Theil des Zwischenhirns. Ihre Wandung ist an dem Scheiteltheil noch dünn wie die Figur 4 zeigt, nur ca. $0 \cdot 12^{mm}$, an der der Inhalt der embryonalen Schädelhöhle nach der Aufhellung des Embryo in Xylol gezeichnet wurde. Der Embryo muss bekanntlich vor der Durchtränkung mit Paraffin in Xylol gebracht werden; dort wird er bis zu einem gewissen Grade durchsichtig. Die Figur 4 ist nun mit Hilfe des His'schen Embryographen gewonnen und zeigt das Medullarrohr im Innern des Schädels. Auf solche Weise wurde

folgendes constatirt: 1. Die beträchtliche Weite der Höhlen der Hemisphaerenblasen und die geringe Dicke der Wandungen. Die eigentliche Wandung der Blase ist hell gehalten, dann folgt die Daraufsicht auf die innere Wand selbst, und endlich der im frischen Zustand mit Liquor cerebrospinalis angefüllte helle Raum der Hemisphaerenblasen, oder die embryonalen Seitenventrikel. Sie hängen noch durch eine weite Oeffnung, das embryonale Foramen Monroi, von scharfen Rändern begrenzt, unter einander zusammen. Die untere Grenze der Hemisphärenblasen liegt oberhalb des Bulbus oculi, der noch auf der Stufe der becherförmigen Augenblase sich befindet. Die Hemisphaerenblasen rücken bis auf $^1/_2{}^{mm}$ an die secundären Augenbecher heran. In der 15mal vergrösserten Figur erscheint der Abstand sehr gross, ist aber in Wirklichkeit sehr gering.

Das Mittelhirn bildet auch bei den Affen, wie bei den embryologisch untersuchten Säugern und Sauropsiden den auffallendsten Abschnitt des Medullarrohres im Beginn der Entwickelung. Der Vergleich der drei Figuren lässt dies ohne Weiteres deutlich erkennen. In den Figuren 1 und 2 ist es in seiner natürlichen Lage zum übrigen Körper. Es ragt dann nach vorn, nur sein höchster Punkt ragt etwas nach oben, weil die Aufrichtung des Kopfes eben begonnen hat, und der Embryo nicht mehr ganz radförmig zusammengekrümmt ist. In der Figur 3, Ansicht von vorn, ist überdies die Breite des Mittelhirns zu erkennen, die $1 \cdot 8^{mm}$ beträgt. Der hellere Streifen, der auf Fig. 1 über das Mittelhirn hinwegzieht, rührt von der sog. Deckplatte her, einer dünnen Hirnlamelle, die in Form eines Halbcanales dem Mittelhirn entlang läuft.

Die auffallende Krümmung des Mittelhirns um den mittleren Schädelbalken herum ist an der Figur 4 nach dem mit Xylol durchsichtig gemachten Embryo deutlicher abzuschätzen, weil sie anders orientirt ist, nämlich so wie wir den Kopf aufrecht bei dem Erwachsenen zu sehen gewohnt sind. Dabei treten die seltsamen Wege deutlicher hervor, welche das Medullarrohr im Schädel nehmen muss. Der mittlere Schädelbalken erscheint hell, und um ihn machen Mittel- und Zwischenhirn und der Anfang des Nachhirns eine starke Krümmung. Die hintere Grenze des Mittelhirns ist durch eine leichte Einsenkung „Isthmus“ von dem Hinterhirn abgesetzt. Eine ähnliche Grenze, doch minder scharf, liess sich nach vorne zu erkennen. Die Höhe des Mittelhirns beträgt an der engsten Stelle gemessen 1^{mm}.

Das Zwischenhirn, (Fig. 2 und 4), erstreckt sich hinter den Hemisphaerenblasen herab zur Basis derselben, wobei es den hinteren Rand der Blasen umgreift und auf den untern noch in ansehnlicher Ausdehnung sich fortsetzt, doch war die untere Grenze nicht erkennbar. Die vordere (Stirn-) Grenze des Zwischenhirns ist durch eine dreieckige helle Stelle kenntlich,

welche der späteren Falx cerebri entspricht; die hintere Grenze läuft dem mittleren Schädelbalken entlang.

Der Abgang des Augenstieles ist durch den Augenbecher, der vor ihm liegt, verdeckt.

Hinterhirn und Nachhirn.

An Ausdehnung ragen neben dem Mittelhirn auch Hinterhirn- und Nachhirnanlagen hervor. Das Hinterhirn ist zwar erst eine gebogene Lamelle und das Nachhirn eine platte Mulde, allein sie erstrecken sich über grosse Abschnitte des Kopfes. Hinter dem Mittelhirn folgt zunächst eine seichte Furche, der schon erwähnte „Isthmus," (Fig. 4), welcher auf den Beginn des Hinterhirnbläschens deutet, das in der Form einer Lamelle sich tief gegen die Schädelbasis einsenkt, um in scharfer Krümmung, „Brückenkrümmung" erst eine Strecke ziemlich eben zu verlaufen, = vordere Hälfte der Rautengrube, dann aber um wieder dorsalwärts anzusteigen, (Fig. 2 u. 4) = hintere Hälfte der Rautengrube. Dicht hinter der Brückenkrümmung ist die vordere Grenze des Hinterhirnbläschens. Das lässt sich aus der Lage des Labyrinthbläschens entnehmen, zu dem ja der Acusticus tritt. Hinter dem Labyrinthbläschen findet sich die Stelle, an der die Flügelplatte sich dorsalwärts erhebt, um zur Nackenkrümmung emporzusteigen. Aus ihren seitlichen Rändern, die sich erheben, entstehen nach His die Corpora restiformia. Diese Ränder nehmen ihren Anfang an jener scharfen Krümmung, welche bei der aufrechten Orientirung der Fig. 4 in gerader Linie hinter der Nackenkrümmung liegt, und Krümmung der Corpora restiformia heissen könnte. Auf der Flügel- und Grundplatte des Nachhirnbläschens liegen von aussen gesehen (Fig. 1) in dem Mesoderm die dorsalen und ventralen Schenkel der Cervicalsegmente, von denen weiter oben die Rede war.

Kopf.

Der Entwickelungszustand des Kopfes ist abgesehen von dem der Hirnbläschen folgender Art. Die Profillinie liegt dicht an der Brustwölbung an. Sie ist um diese Zeit nicht gerade, auch nicht vorspringend, sondern im Gegentheil concav, entsprechend der Convexität der Brustwölbung. Die Profillinie beginnt mit einer seichten Rinne, welche die Hemisphaerenbläschen von dem Stirnfortsatz erkennbar trennt (Fig. 1). Er selbst ist durch eine Kerbe an der Augennasenrinne abgeschlossen, die bei unserem Embryo sehr seicht ist.

Dann folgt der Contour des Oberkieferfortsatzes, der von der Mund-

wangenrinne begrenzt wird. Der Oberkieferfortsatz erhebt sich ziemlich hoch über die seitliche Ebene der Kopfwand und zwar so, dass der Ausgangspunkt noch vertieft liegt, während das Ende gegen den Mund hin sich etwas vorwölbt. Die Höhe des Maxillarbogens beträgt zwischen der Augennasenrinne und der Mundspalte 0·68 mm. Die Profillinie des Mandibularbogens ist nicht gerade, sondern an einer Stelle etwas geknickt. Die Knickung ist nicht weit entfernt von der Mundspalte. Die Höhe des Mandibularbogens von der Mundspalte bis zu der I. Kiemenspalte beträgt 0.47 mm. Das Ende der Profillinie des I. Kiemenbogens liegt in der Nähe der ventralen Ecke der ersten Kiemenspalte, welche tief eingeschnitten ist. Eine kleine vorspringende Ecke bezeichnet die Grenze, dann folgt die ventrale Begrenzung der Kiemenspalte. Die Profillinie berührt dann das Gebiet der übrigen Kiemenbogen und läuft in einer tiefen Furche aus, deren Ende gegen die Convexität der Nackenkrümmung gerichtet ist.. Sie trennt den Kopf und den embryonalen Hals von dem Rumpf. Zwischen dieser tiefeindringenden Rinne, in welche die Profillinie ausläuft, und der Ursprungsstelle des Arms findet sich ein dreieckiges wenig vertieftes Feld, das den Rest der Branchialbogen (3. und 4. Kiemenbogen) bedeckt.

Die Seitenfläche des Kopfes lässt das Auge, ohne Augenlider, den Bulbus mit seiner Vorderfläche in einer oblongen Oeffnung frei und zeigt ferner die Augennasen- und die Mundwangenrinne.

Das Auge.

Das Auge des Makakenembryo befindet sich auf der Stufe des „Augenbechers“ mit tief eingedrungener Linse. Die Linse ist begrenzt von einem kleinen Pigmentrand, der in Form einer dünnen Pigmentschicht einen weiten Ring bildet und von der Randzone des Augenbechers entspringt. An dem unteren Umfang dieses pigmentirten Ringes ist ein Defect bemerkbar, der als eine Andeutung der Augenspalte aufgefasst werden muss. Die Umwandlung der äusseren Lamelle des Augenbechers in das Pigmentepithel ist auf der lateralen Seite des Auges schon ziemlich weit fortgeschritten, wie sich an den Fig. 2 und 4 erkennen lässt. Die Umrandung des Auges, die Lidspalte, läuft ventralwärts in die Augennasenrinne aus, oben und unten ist sie aber scharf gegen den Bulbus abgesetzt.

Die Lidränder zeigen Wülste, die aus der Abbildung deutlich hervorgehen. Ventral von dem Bulbus erscheint eine vertiefte Fläche, die Masse des seitlichen Nasenfortsatzes. Nach der Behandlung mit Xylol trat bei durchfallendem Licht auch der innere Nasenfortsatz hervor, der sich zwischen die Oberkieferfortsätze hineinsenkt (Fig. 2 und 4). Zwischen den beiden Nasenfortsätzen erscheint das Nasenfeld in der Form einer nach oben gerundeten Vertiefung.

Die erste Kiemenspalte.

Die erste Kiemenspalte, die allein noch von allen übrigen vorhanden, ist ansehnlich gross und stellt einen tiefen Raum dar, dessen Ränder ausgezackt sind. Die gerundeten Zacken springen höckerförmig vor. Die Länge dieser Kiemenspalte beträgt $1 \cdot 1^{mm}$ in dorso-ventralem, also im längsten Durchmesser und $0 \cdot 48^{mm}$ an der breitesten Stelle, dort wo sie ausläuft; die ganze Breite des Kopfes in dorso-ventraler Richtung im Bereich der Spalte = $3 \cdot 1^{mm}$. An der proximalen Wand der Kiemenspalte waren deutlich zwei Auricularhöcker erkennbar, ebensoviel an der distalen. Dazu kam aber, dass das obere scharf zulaufende Ende der Tasche ebenfalls von zwei Auricularhöckern begrenzt war. Jenseits des distalen Taschenrandes erhob sich noch ein weiterer Höcker, dessen Spitze gegen die Tasche zugewendet war. Endlich zeigte sich deutlich in dem ventralen Ende der Tasche eine leichte Erhebung (Fig. 1). An dem dorsalen Ende der Kiemenspalte befindet sich das Labyrinthbläschen in der Form eines gerundeten Hügels, auf allen Figuren erkennbar.

Basel, am 28. März.

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. VIII.)

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf ein und denselben Embryo Cercopithecus cynomolgus von 9·5 mm Scheitel-Steisslänge und sind nach Photographien und genauer Controle des Originales gezeichnet.

Fig. 1 stellt die rechte Körperseite des Embryo dar, 15-mal vergrössert nach dem Weingeistpraeparat.

Fig. 2 stellt die linke Körperseite des Embryo dar, gleichfalls 15-mal vergrössert, nach der Aufhellung in Xylol gezeichnet, wobei die Lage des Herzens, der Leber, die Gefässe in der Nabelschnur und vor Allem die Abschnitte des Medullarrohres deutlich erkennbar wurden.

Fig. 3 stellt den Embryo von vorn dar, etwas mehr als 11-mal vergrössert.

Fig. 4 stellt den Kopf des Embryo dar, nach Art wie bei dem Erwachsenen orientirt und nach der Aufhellung in Xylol gezeichnet.

Ueber die allgemeine Entwickelung der Rumpf- und Schwanzmusculatur bei Wirbelthieren. Mit besonderer Berücksichtigung der Selachier.

Von

Dr. med. Sándor Kaestner.

(Hierzu Taf. IX—XII.)

Die vorliegende Abhandlung sollte anfangs nur die Entwickelung der animalen Musculatur bei Selachiern darstellen. Später schien es gerathen, zum Vergleich auch die übrigen Wirbelthierklassen herbeizuziehen. Da es jedoch, um den Abschluss der Arbeit nicht allzu lange hinauszuziehen, nicht thunlich war, alle Wirbelthierklassen mit derselben Ausführlichkeit zu behandeln wie die Selachier, so verzichtete ich bei jenen auf die Darstellung von weniger wichtigen Details. Dies zur Erklärung der ungleichen Länge der einzelnen Capitel.

Ich will es nicht versäumen an dieser Stelle allen den Herren, welche die Abfassung dieser Arbeit gefördert haben, meinen Dank auszusprechen. Es sind dies die Herren von der zoologischen Station in Neapel, und vor Allen Herr Geheimrath His, mein hochverehrter Lehrer, der mir seit nunmehr 3 Jahren Anregung und Unterstützung in embryologischen Studien zu Theil werden lässt.

Die Entwicklung der Rumpf- und Schwanzmusculatur bei Selachiern.

Die animale Musculatur der Selachier zerfällt ihrer ersten Entstehung nach in zwei Gruppen; die eine entsteht aus den Ursegmenten, die andere aus den Seitenplatten, bez., im Kopf, aus dem den Seitenplatten homologen Gewebsstreifen.

Die Ursegmente liefern die gesammte Rumpf- und Schwanzmusculatur (dorsale, laterale, ventrale), sowie die Musculatur der Flossen und des Pterygopodiums.

Von den Seitenplatten des Rumpfes liefern nur die Pericardialplatten animale Musculatur (die Herzmusculatur) die Peritonealplatten sind ebensowenig wie der den Seitenplatten homologe Streifen des Schwanzmesoderms an der Bildung animaler Musculatur betheiligt. Am Kopf sind den Seitenplatten homolog die Muskelschläuche der Visceralbögen (Balfour's Kopfhöhlen); aus ihnen geht hervor die gesammte Kiemen- und Kiefermusculatur. — Die Augenmusculatur bildet sich aus drei dorsal von und zum Theil vor den vordersten Visceralbögen gelegenen Mesodermhöhlen, deren morphologische Deutung eine umstrittene ist: Balfour, van Wijhe, Killian, Miss Platt stellen sie den Ursegmenten gleich, Dohrn und Rabl den Seitenplatten. Hinzuzufügen ist noch, dass nach van Wijhe von den Muskelzügen, die vom Kopf zum Schultergürtel verlaufen, der M. coraco-hyoideus aus Ursegmenten stammt, der M. coraco-branchialis und der M. coraco-mandibularis aber aus einer vorderen Verlängerung des Pericardiums, also aus dem Seitenplattentheile des Mesoderms.

Was die Histogenese betrifft, so gehen die animalen Muskelfasern der Selachier hervor aus der epithelialen Wandung von ehemaligen Hohlräumen des Mesoderms:[1] Schläuchen die entweder allseitig geschlossen sind oder mit anderen Theilen des Mesoderms in Verbindung stehen. Im Allgemeinen gilt nun die Regel, dass zur Zeit, wo die Umwandlung der Epithelzellen zu Muskelfasern beginnt, der Hohlraum obliterirt. Dies geschieht dadurch, dass entsprechend dem Längsdurchmesser des Schlauches die gegenüberliegenden Wandungen des Schlauches sich einander bis zur Berührung nähern. Aus dem Schlauch ist dadurch eine Doppelplatte entstanden, deren beide Theile durch Umschlagskanten allseitig in einander übergehen. Jetzt wandeln sich entweder die Epithelzellen beider Platten gleichzeitig zu Muskelfasern um (wie bei der Entstehung der Kiemen- und Kiefermusculatur); in diesem Falle vermischen sich die Elemente beider Schichten derart, dass jede Grenze verschwindet. Oder es wandeln sich zunächst nur die Zellen einer Schicht zu Muskelfasern um, während die andere lange Zeit ihren embryonalen Character bewahrt. Dieser Modus findet sich an den Ursegmenten, wo zunächst die mediale Wand allein Muskelfasern bildet. Im letzterwähnten Falle ist eine scharfe Grenzlinie zwischen den beiden Schichten nachzuweisen, ein freier, wenn auch noch so schmaler Zwischenraum zwichen beiden ist jedoch niemals zu beobachten. Dagegen kann an solchen Stellen der Platte, wo beide Schichten noch epithelial sind, jederzeit zwischen beiden eine Spalte auftreten, wenn sie auch temporär verschwindet. So bleibt in den Myo-

[1] Es kommt nicht darauf an, ob die Hohlräume als solche angelegt sind oder erst nachträglich durch Hohlwerden solider Anlagen entstehen.

tomkanten die Ursegmenthöhle erhalten solange noch undifferenzirte Epithelzellen vorhanden sind.

Wichtig ist nun, dass die Umwandlung von Epithelzellen zu Muskelfasern nicht in allen Theilen des Muskelschlauches bezw. der daraus hervorgegangenen Doppelplatte gleichzeitig erfolgt; vielmehr beginnt der Process in deren mittleren Theilen, während an bestimmten Theilen des Umschlagsrandes die Differenzirung zunächst unterbleibt, und zwar vorzugsweise an den Stellen, an welchen der Muskelschlauch in die Länge wächst. Bekanntlich füllen die muskelbildenden Primitivorgane, die Muskelschläuche, nicht von Anfang an das Gebiet aus, welches sie mit Musculatur zu versorgen besimmt sind, sondern breiten sich erst alllmählig über dasselbe aus. Ich erinnere nur an die Ursegmente, deren muskelbildender Theil anfangs auf ein kleines Gebiet des Körperumfangs beschränkt sind, während sie doch später die Musculatur für den ganzen Körperumfang liefern. Wenn nun immer an den Stellen, wo der Muskelschlauch in die Länge wächst, undifferenzirte Zellen vorhanden sind, so ist damit die Möglichkeit gegeben, dass alle Gebiete, in welche der Muskelschlauch hineinwächst, mit Muskelbildungsmaterial versehen werden können, das später an Ort und Stelle zur Entwicklung gelangen kann.

Wenn ich mich jetzt, nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen, speziell zu dem Theile des Muskelsystems wende, der aus den Ursegmenten hervorgeht, so möchte ich dessen Entwicklungsgeschichte in zwei Hauptabschnitte theilen. Während des ersten differenzirt sich der zur Muskelbildung bestimmte Theil des Ursegments von dem übrigen Theile, der andere Gewebe zu liefern hat; gleichzeitig breitet sich der muskelbildende Theil, das Myotom, von dem relativ kleinen Bezirk aus, den es anfangs einnahm, über alle Gegenden aus, welche ihre Musculatur von ihm empfangen sollen. Während dieser ganzen Periode enthält das Myotom dem oben entwickelten allgemeinen Gesetz zu Folge neben primitiven Muskelfasern undifferenzirte Epithelzellen (an der dorsalen und ventralen Kante, in der lateralen Schicht), und es kann die Regel aufgestellt werden, dass in eben dieser Periode die Bildung neuer Muskelfasern im Allgemeinen nur auf Kosten früher indifferenter Epithelzellen geschieht, nicht durch Theilung von Fasern selbst. Zur Zeit nun, wo das Myotom seine grösste Ausdehnung erhalten hat, also wenn dorsale und ventrale Kante der einen Seite in der Mittellinie mit den entsprechenden Theilen der anderen Seite zusammenstossen, ist das aufgespeicherte embryonale Muskelbildungsmaterial aufgebraucht. Damit schliesst der erste Abschnitt.

Während des zweiten Abschnittes nimmt die aus dem Myotom hervorgegangene Musculatur allmählich stark an Masse zu. Die Bildung neuer Muskelfasern geschieht jetzt, wo kein undifferenzirtes Zellmaterial

mehr vorhanden ist, durch Spaltung bereits vorhandener Muskelfasern. Neben der Massenvermehrung aber beginnt die Musculatur diejenige Anordnung anzunehmen, die sie am erwachsenen Thiere zeigt. Man kann den ersten unserer Hauptabschnitte characterisiren als die allgemeine Entwicklung der Rumpf- und Schwanzmusculatur, den zweiten als den speciellen. Der erste lässt sich für die ganze Classe des Selachier gemeinsam besprechen, der zweite muss für jede Ordnung speciell dargestellt werden.

Die vorliegende Abhandlung hat den Zweck, den ersten Abschnitt d. h. die allgemeine Entwicklung der Rumpf- und Schwanzmusculatur der Selachier zusammenhängend darzustellen. Mit demselben Gegenstand haben sich bisher schon eine ganze Reihe von Forschern beschäftigt. Ich nenne ausser Balfour, der in seiner Monographie sowohl, als auch in seiner vergleichenden Embryologie. die Entwicklung der Musculatur bei Selachiern zum ersten Male eingehend besprochen hat, Dohrn, P. Mayer, van Wijhe, Ziegler, Rückert und Rabl. Auf die Resultate der einzelnen Untersucher gehe ich hier nicht ein, da ich im Laufe der Abhandlung reichlich Gelegenheit haben werde, mich auf dieselben zu beziehen.

Das Material für meine Untersuchungen bestand aus Embryonen von Pristiurus melanostomus und Torpedo ocellata, die ich zum grössten Theile während eines dreimonatlichen Aufenthaltes in Neapel (April bis Juli 1891) selbst gesammelt habe. Einige ältere Torpedoembryonen wurden mir im Laufe des Herbstes von der zoologischen Station durch die Zuvorkommenheit der Verwaltung zugeschickt. Conservirt wurden die Embryonen zum Theil in Sublimat, zum Theil in Pikrinschwefelsäure, gefärbt stets doppelt, entweder mit Pikrocarmin[1] oder mit dem mir von Hrn. Professor P. Mayer gütigst überlassenen Hämalaun und Eosin. Im übrigen wurden die Embryonen in gewohnter Weise in Xylolparaffin eingebettet und in Serien von 5—15 μ Dicke zerlegt.

Meine Beschreibungen beziehen sich im Allgemeinen auf Pristiurus, auf Torpedo nur da, wo ich dies besonders erwähne. Als Maassstab für den Entwicklungsgrad der Embryonen nehme ich ausser der Körperlänge, da wo dies angeht, die Zahl der vorhandenen Ursegmente; so lange die Abgliederung der letzteren noch im Gange ist, lassen sich durch dieses Verfahren nahe benachbarte Entwicklungsstadien auseinanderhalten. Als vorderstes Ursegment betrachte ich dabei das 6. Kopfsomit van Wijhe's.

[1] Die Pikrocarminfärbung erreiche ich dadurch, dass ich den mit Mayer'schem Carmin durchgefärbten Embryo nach dem Schneiden mit Pikrinsäure in alkoholischer Lösung nachfärbe. So oft ich Xylol oder Terpentin als Lösungsmittel für die Pikrinsäure angewendet habe, ist mir die Färbung niemals nach Wunsch geglückt; einerlei wie die Schnitte auf dem Objectträger befestigt waren.



Die Differenzirung der Ursegmente bespreche ich in drei Abschnitten indem ich sie eintheile:

I. in Ursegmente des Rumpfes, d. h. diejenigen Ursegmente, welche an der Bildung des Urogenitalsystems betheiligt sind, und die sich in Seitenplatten fortsetzen welche eine Leibeshöhle begrenzen. Die Reihe der Ursegmente des Rumpfes beginnt bei Pristiurus, mit dem 5. Gesammtursegment und endigt an der Cloake. Die Ordnungszahl des letzten Rumpf-Ursegmentes wage ich nicht praecis zu bestimmen, lege vielmehr die Grenze der Reihe allgemein zwischen das 40. und das 50. Gesammtursegment.

II. in Ursegmente des Schwanzes, d. h. alle die Ursegmente die hinter der Cloake liegen; an ihnen wird die Bildung des Excretionsapparates unterdrückt; da die Leibeshöhle fehlt (oder wenigstens wie wir sehen werden, nur zu der Zeit vorhanden ist, wo die Schwanzursegmente sich abgliedern), giebt es auch keine Seitenplatten, vielmehr wird der den Seitenplatten des Rumpfes homologe Theil des Mesoderms dargestellt durch Zellmassen, die keine epitheliale Anordnung aufweisen.

III. in die 4 vordersten Ursegmente; sie entsprechen dem 6.—9. Kopfsomit van Wijhe's, Killian's Urwirbeln der Occipitalzone, den Occipitalsegmenten Rabl's (welcher deren allerdings 5 annimmt); diese 4 Ursegmente weichen in ihrer Differenzirung von den übrigen ab.

Ihrer Form nach kann man die Ursegmente, bevor in ihnen die Muskelentwicklung beginnt, als Schläuche bezeichnen, deren Längsaxen parallel zu einander in transversalen Ebenen des Embryo liegen. Die Ursegmenthöhle, deren Form von den äusseren Contouren des Ursegments wiederholt wird, breitet sich im dorsoventralen und im longitudinalen Durchmesser aus, der transversale Durchmesser der Höhle ist schmal, im dorsalen Theil stellt diese sogar nur einen Spalt dar (s. Fig. 4). Die Wandungen, welche die Höhle begrenzen, bestehen allenthalben aus einem einschichtigen Epithel. Dieses ist zusammengesetzt aus Spindelzellen, die allseitig radiär zur Ursegmenthöhle gestellt sind, und deren Kerne im Allgemeinen der Oberfläche näher liegen, als dem Hohlraum. Man unterscheidet nun eine laterale und eine mediale Wand, die beide dorsal, vorn (oral) und hinten (caudal) durch eine Umschlagskante in einander übergehen, ventral aber sich in den nicht segmentirten Theil des Mesoderms fortsetzen. Da wo der Transversaldurchmesser der Höhle am längsten ist (Fig. 6 bei *) kann man statt von einer vorderen und hinteren Kante, von einer ebenso zu bezeichnenden Wand reden. Alles soeben Gesagte wird durch Fig. 4 und Fig. 1 bei a illustrirt. Die zu allererst sich abgliedernden Ursegmente, etwa die ersten 12, nehmen die beschriebene Stellung nicht von Anfang an ein. Diese Ursegmente entstehen nämlich zu einer Zeit, wo die Embryonalanlage noch breit dem Dotter aufliegt, wo das

Medullarrohr noch nicht geschlossen ist, und die am hinteren Ende des Embryo bestehende Verbindung zwischen Medullar und Darmrohr noch eine offene Rinne, die Randkerbe der Autoren, bildet. Es ist die Entwicklungsstufe, deren Ende mit dem des Stadium F. von Balfour zusammenfällt, während derselben vergrössert sich der Embryo nach der Ansicht der meisten Forscher, ebenso wie später, durch Intussusception, nach der Ansicht von His und Rauber durch Apposition zweier getrennt von einander im Randwulst angelegter Hälften. Die in diesem Stadium entstehenden vordersten Ursegmente nun liegen unmittelbar nach der Abgliederung mit ihrer späteren medialen bez. lateralen Wand ebenso wie mit der späteren Längsaxe horizontal, die spätere dorsale Kante befindet sich im Zwischenraum zwischen Medullarohr und Chorda. Diese Lage behalten die Ursegmente jedoch nicht lange, sondern sie stellen sich bald, zuerst schräg, dann vertical ein; dies in dem Maasse, als der Embryo durch Erhebung der Medullarfalten und durch den Schluss des Darmrohres dorsoventral sich verlängert, transversal sich verkürzt. Im Stadium mit 12 Ursegmenten (2·5 ^{mm}) stehen die vordersten 10 Ursegmente bereits vertical.

Ich will hier einige Bemerkungen einflechten, über die Art und Weise, wie von dem soeben geschilderten Stadium an die weitere Abgliederung von Ursegmenten geschieht.[1] Am Ende des Stadiums F, von Balfour, eben zu der Zeit wo 12 Ursegmente vorhanden sind, die anfangs horizontal lagen, allmählich aber in verticale Stellung übergehen, vereinigen sich am hinteren Ende des Embryo die beiden Schwanzknospen (auch Schwanzlappen, Schwanzanschwellungen genannt); hierdurch wird der Embryo nach hinten abgeschlossen, die vorher offene Verbindung zwischen Medullarrohr und Darm wird zum Canalis neurentericus. Von jetzt an geschieht das Längenwachsthum des Embryo, abgesehen von dem allgemeinen Wachsthum der bereits gebildeten Theile, auf Kosten des vereinigten Theiles der Schwanzknospen, des Schwanzknopfes (Ziegler), in dem Massen von Bildungsmaterial aufgespeichert sind. Hier vereinigen sich sämmtliche Keimblätter des Embryo, nur das Hornblatt überzieht als wohldifferenzirte Gewebsschicht die Schwanzspitze.[2]

In welcher Weise nun an der Schwanzspitze die Differenzirung von

---

[1] Vgl. übrigens die Arbeiten von Schwarz (31) und den beiden Ziegler (36).

[2] Ich bemerke, dass, wenn man jetzt schon von einer Schwanzspitze des Embryo redet, man hierzu berechtigt ist; denn schon im Stadium mit 12 Ursegmenten entspricht der so genannte Theil der Schwanzspitze des erwachsenen Thieres; diejenigen Organe aber, welche sich nach vorn von der „Schwanzspitze“ differenziren, gehören dem Rumpfe an, und erst wenn ca. 50 Ursegmente vorhanden sind, beginnt sich der eigentliche Schwanz anzulegen.



Ursegmenten erfolgt, erhellt am besten bei der Betrachtung einer von hinten nach vorn fortschreitenden Querschnittserie, wobei alle Stadien zwischen nicht differenzirtem und wohldifferenzirtem Zustand zum Vorschein kommen. Man erhält die gleichen Bilder von jedem beliebigen Entwicklungsstadium des Embryo innerhalb der Periode zwischen der Vereinigung der Schwanzknospen einerseits und dem Aufhören der Ursegmentabgliederung andererseits; diese Periode entspricht den Stadien G bis K von Balfour. Es findet sich da Folgendes: Die hintersten Schnitte (Fig. 12a) zeigen eine nicht differenzirte Zellmasse, umgeben von einem wohl differenzirten Hornblatt, das dorsal und ventral in der Mittellinie Duplicaturen, den Flossensaum, bildet. Weiter vorn (Fig. 12b) erscheint innerhalb jener Zellmasse ein Lumen, in dessen Umgebung die Zellschichten sich dichter zusammenfügen, der Canalis neurentericus. Wieder weiter vorn (Fig. 12c) wird das Lumen rechts und links durch vorspringende Kanten eingeengt, so dass es die Form einer 8 erhält, fernerhin (Fig. 12d) vereinigen sich die Kanten, und es erscheint eine Scheidewand, die das Lumen in zwei Theile, einen kleineren dorsalen, das Medullarrohr, und in einen grösseren ventralen, den Darm zerlegt. Die Lichtung des Medullarrohrs hat eine einschichtige epitheliale Zellbegrenzung, die des Darms ist noch mehrschichtig. In frühen Stadien ist das Darmlumen durch eine ventral angeheftete Falte in zwei seitliche Hälften getheilt. Die Falte flacht sich jedoch bald ab und verstreicht dann ganz. — Geht man noch weiter nach vorn, so sieht man (Fig. 12e), wie der mediale Theil der Scheidewand zwischen Medullar- und Darmrohr in Chordagewebe übergeht, während die lateralen Partieen zunächst im Winkel zwischen Medullarrohr, Chorda und dorsaler Darmwand selbstständig werden, ventral dagegen noch eine zeitlang mit der Darmwand in Verbindung bleiben, noch etwas weiter vorn (Fig. 12f) aber auch diesen Zusammenhang aufgeben. Der selbstständig gewordene Gewebsstoff ist natürlich das Mesoderm, etwas weiter vorn gliedert sich von demselben das hinterste Ursegment ab. Die beiden Sagittalschnitte Fig. 11a und 11b ergänzen die Bilder, welche die Querschnittserie geliefert hatte. Fig. 11a ist der Medianschnitt, Fig. 11b zeigt einen lateral, durch die Ursegmente, geführten Sagittalschnitt. An Fig. 11b sieht man, wie hinter dem jüngsten ausgebildeten Ursegmente die Contouren der bei den nächstfolgenden bereits theilweise angedeutet sind.

Der nicht differenzirte Mesodermstreif am Schwanzende ist im dorsoventralen Durchmesser länger als im transversalen, die jetzt sich abgliedernden Ursegmente nehmen daher von Anfang an ihre verticale Stellung ein.

Bekanntlich geht der hinter dem After gelegene Theil des Darmes, der Schwanzdarm, allmählich zu Grunde; seine Rückbildung beginnt am

After, also in der Gegend des 40. bis 50. Ursegmentes, und schreitet von da an nach hinten vorwärts. Das hinterste Ende des Schwanzdarmes mit dem Canalis neurentericus bleibt jedoch erhalten, so lange die Abgliederung von Ursegmenten noch im Gange ist. In dieser Periode entspricht den hintersten Ursegmenten also immer ein Stück Darm. Den hintersten Ursegmenten entspricht aber in derselben Periode auch ein Stück Leibeshöhle,[1] mögen die Ursegmente nun zum Rumpfe oder zum Schwanze gehören. Fig. 12*f* links zeigt einen Querschnitt durch die Mitte eines der hintersten Ursegmente eines Embryo mit 87 Ursegmenten (12^{mm}). Hier sieht man, wie der nicht segmentirte Theil des Mesoderms aus zwei Platten besteht, die durch eine Spalte getrennt sind, und in welche die Wände des Ursegmentes übergehen; jene Spalte ist der Leibeshöhle des Rumpfes homolog; Fig. 12*f* rechts ist sie nicht zu sehen, weil dort der Schnitt nicht durch die Mitte des Ursegmentes geführt ist. Die Leibeshöhle des Schwanzes zeigt auch eine Figur Balfour's (Fig. 6*b* auf Taf. XVII der Monographie); man sieht dort entsprechend einem Schwanzursegment (es handelt sich um eines der hintersten Ursegmente bei einem Embryo vom Stadium *K*) deutlich abgegrenzte Seitenplatten, die den Darm umgreifen; zwischen den beiden Platten befindet sich eine Spalte, welche die Höhle des Ursegmentes der einen Seite mit der des Ursegmentes der anderen Seite verbindet. — Uebrigens geht die geschilderte Andeutung einer Schwanzleibeshöhle mit dem Darm bald zu Grunde; statt der beiden Platten findet man später regellos angeordnete Zellenmassen. So sehen wir, wie der Schwanz zur Zeit, wo er entsteht, Gebilde enthält, die sich später nur im Rumpfe finden, Darm und Leibeshöhle. Der Schwanzdarm ist längst bekannt; dagegen ist auf die vorübergehende Leibeshöhle noch nicht hingewiesen worden.

Die Abgliederung von Ursegmenten hört bei Pristiurus auf, wenn der Embryo eine Länge von 14^{mm} erreicht hat; es haben sich zu dieser Zeit im Ganzen etwas mehr als 100 Ursegmente gebildet. Es ist klar, dass bei einer so grossen Anzahl dicht nebeneinander liegender Ursegmente die Abzählung derselben unter Mikroskop oder Lupe mit Schwierigkeiten verbunden ist, um so mehr, als zu dieser Zeit die vordersten nur noch verwaschene Grenzen aufweisen; immerhin sind die folgenden Daten als wenigstens annähernd richtig anzusehen. Ich zählte an zwei Embryonen von je 13^{mm} Länge an dem einen 96, am anderen 97 Ursegmente; an einem solchen von 18^{mm} Länge, einem Stadium, wo keine Abgliederung von Ursegmenten mehr nachzuweisen ist, vielmehr die hintersten Ursegmente bereits Zeichen von Rückbildung aufweisen, waren im Ganzen 103 Urseg-

[1] D. h. eine Höhle, die der ganzen primaeren Leibeshöhle (= Ursegmenthöhle + secundaerer Leibeshöhle) der Rumpfursegmente homolog ist.



mente bezw. Myotome vorhanden. Van Wijhe,[1] der ebenfalls die Zahl der Ursegmente als Maassstab für den Entwickelungsgrad des Embryo verwendet, hat an einem Pristiurus von 14 mm 104 Ursegmente gezählt; sein nächst älterer Embryo war 16 mm lang; die Zahl der Ursegmente giebt van Wijhe von jetzt an nicht mehr an, hält also wohl ebenfalls die Abgliederung für abgeschlossen. Demnach wäre 104 die Zahl der Ursegmente, welche angelegt werden. Zur Entwickelung gelangen sie nicht alle, vielmehr gehen die hintersten wieder zu Grunde, worauf schon die Zahl 103 bei 18 mm Länge gegenüber 104 bei 14 mm Länge hindeutet. Torpedo bildet weit weniger Ursegmente, es gelangen nicht viel mehr als 80 zur Entwickelung. Die Zahl der Ursegmente kann natürlich nicht in directe Beziehung gebracht werden zur Zahl der Wirbel des erwachsenen Thieres; schon deshalb nicht, weil man die Myotome und nicht die Sclerotome zählt.

Wenn die Abgliederung der Ursegmente aufhört, geht der Canalis neurentericus sammt seinen Wandungen zu Grunde; die Anschwellung, welche der Embryo bis jetzt an seinem Schwanzende gezeigt hatte, geht verloren; vollkommen verschwindet der Schwanzdarm, und auch das Medullarrohr degenerirt an seinem hinteren Ende. Ebenso gehen die hintersten Ursegmente zu Grunde. An jenem Embryo von 18 mm Länge sehe ich deutlich, wie die drei hintersten Paare sich vollständig zu Bildungsgewebe[2] auflösen. Erhalten bleibt am Schwanzende nur die Chorda, welche bis an die Schwanzspitze reicht und in ihrem hintersten Abschnitte, worauf P. Mayer[3] zuerst hingewiesen hat, einen geschlängelten Verlauf zeigt.

Ich wende mich jetzt zu meinem eigentlichen Gegenstande: der Bildung animaler Musculatur aus den Ursegmenten und bespreche zuerst:

I. Die Ursegmente des Rumpfes.

Die primitiven Muskelfasern, welche sich aus Epithelzellen der Ursegmente bilden, liegen in der ersten Periode der Muskelbildung und auch lange Zeit später rein longitudinal, d. h. mit ihren Längsaxen parallel der gleichnamigen Axe des Embryo; erst in einem späten Stadium, wenn die Myotome Knickungen erhalten, nehmen die neugebildeten Muskelfasern eine schräge Stellung ein. In jedem Falle haben die Epithelzellen, welche

[1] 34. S. 493.

[2] Ich nenne Bildungsgewebe nach Goette und Ziegler alle diejenigen undifferenzirten Zellmassen des Embryo, die nicht in epithelialem Verbande auftreten, bezw. denselben aufgegeben haben. (Vgl. Ziegler 36, S. 94 Anm.)

[3] 24. S. 221.

Spindelform mit transversal liegender Längsaxe besitzen, während ihrer Differenzirung zu Muskelfasern, abgesehen von der Structuränderung, tiefgreifende Form- und Lageveränderungen zu erleiden. Als allgemeine Regel kann man gelten lassen, dass während der Muskelbildung die betheiligten Epithelzellen entweder eine thatsächliche Drehung um 90° ausführen, um aus der transversalen Stellung in die longitudinale überzugehen; dies geschieht da, wo genügender Raum vorhanden ist. — Oder die früher spindelförmige Zelle nimmt Kugelform an, und ihr Protoplasma verlängert sich dann entweder activ, oder passiv durch den Druck umgebender Zellen, in der longitudinalen Körperaxe.

Die Umwandlung der Epithelzellen eines Mesodermabschnittes zu animalen Muskelfasern geht an den meisten Stellen langsam vor sich. An den die Kiemenmusculatur bildenden Theilen der Kopfhöhlen z. B., oder in späteren Stadien an den dorsalen Kanten der Myotome kann man, wenn es gelingt benachbarte Stadien der Reihe nach zu untersuchen, beinahe Schicht für Schicht das Fortschreiten des Processes verfolgen. Dem gegenüber nimmt die Umwandlung einen etwas stürmischeren Verlauf an jenen Stellen der medialen Ursegmentwand, wo die allerersten Muskelfasern sich bilden, es ist dies dasjenige Stück, welches in der Höhe der dorsalen Hälfte der Chorda liegt, und wo es in kürzester Zeit in einer relativ grossen Strecke zur Entwickelung functionsfähiger Muskelfasern kommt. Diese älteste Muskelschicht zeichnet sich auch in späteren Stadien, wenn die Muskelbildung schon weit fortgeschritten ist, von den jüngeren Schichten, in die sie sich dorsal und ventral fortsetzt, durch ihren grösseren Querdurchmesser aus; sie entspricht keinem bestimmten Muskel des erwachsenen Thieres, vielmehr wird sie in späteren Embryonalstadien, wie wir noch sehen werden, durch den N. lateralis gespalten.

Ich nenne die ganze Muskulatur, welche bis zur Abtrennung der dorsalen und der ventralen Myotomkante aus der medialen Ursegmentwand hervorgeht, den primaeren Seitenmuskel. Die Entwickelung seiner schon erwähnten ältesten Schicht muss ich im Folgenden etwas eingehender schildern.

Der Bau eines Ursegmentes vor dem Beginn der Differenzirung wurde oben beschrieben; es ist hier noch hervorzuheben, dass im frühesten Stadium zwischen den Zellen der medialen und denen der lateralen Wand kein wesentlicher Unterschied wahrzunehmen ist (s. Fig. 1 bei *a*). Bald aber, nämlich zuerst im Stadium mit 12 Ursegmenten ($2 \cdot 5^{mm}$), das ist ungefähr zu der Zeit, wo die Dotterkörner, welche bis dahin die Zellen des Embryo reichlich füllten, allmählich zu verschwinden beginnen, macht sich zunächst in den vordersten 3—4 Ursegmenten ein solcher geltend (s. Fig. 4). Die mediale Wand zeigt nämlich ein lebhafteres Wachsthum als die laterale,

welches sich unter anderem darin äussert, dass, während die laterale Wand nach wie vor glatt bleibt, die mediale die Neigung zeigt, Ausbuchtungen zu bilden; an Fig. 4 sieht man eine solche sowohl im Zwischenraum zwischen Medullarrohr und Chorda, als auch zwischen Chorda und Darmrohr. Das raschere Wachsthum der medialen Wand ist bedingt in der Höhe der ventralen Chordahälfte durch unverhältnissmässig rasche Vergrösserung der Zahl der Zellen, in der Höhe der dorsalen durch Vergrösserung des Volums der Zellen; im erstgenannten Theile leitet sich die Abstossung von Bildungsgewebe ein, im letztgenannten die Bildung der ersten Muskelfasern. Die Volumvergrösserung der Epithelzellen lässt sich auf dem Querschnitt nicht nachweisen, hier sieht man nur, wie die Kerne im dorsoventralen Durchmesser sich verkürzen, im transversalen etwas verlängern, sie machen den Eindruck, als würden sie comprimirt; leicht feststellen lässt sich dagegen die Volumvergrösserung der Zellen der medialen Wand auf Frontalschnitten (Fig. 1 bei *b*). Hier, auf dem Frontalschnitt, sieht man ferner, wie, wahrscheinlich, weil in Folge der Volumvergrösserung der früher ausgefüllte Raum nicht mehr ausreicht, die Zellen der medialen Wand ihre bisherige Anordnung aufzugeben bestrebt sind; die meisten derselben stehen zwar jetzt noch radiär zur Höhle, doch beginnen sich einzelne schräg einzustellen; ferner strecken die Zellen an der Oberfläche des Ursegments Fortsätze aus, und die Ursegmenthöhle wird stark verengt.

Entscheidend für die neue Stellung, in welche die Zellen der medialen Wand jetzt übergehen (wie wir schon früher sahen, liegen die Muskelfasern in longitudinalen Körperaxen), scheint das Verhalten derjenigen Zellen zu sein, die die beiden Umschlagskanten der medialen Ursegmentwand in die laterale darstellen (Fig. 1 bei *b* und Fig. 2 *U*). Da nämlich, wie schon erwähnt, vor dem Eintreten der geschilderten Veränderungen alle die Ursegmenthöhle begrenzenden Epithelzellen radiär zu deren Lumen stehen, so ist klar, dass die Zellen der genannten Umschlagskanten von vornherein diejenige Lage einnehmen, welche der der später aus ihnen entstehenden Muskelfasern entspricht, d. h. die Längsaxe der Spindelzellen liegt parallel der Chorda bez. der Längsaxe des Embryo. Auch diese Zellen nun erfahren eine Volumsvergrösserung ihres Protoplasma; die Folge davon ist, dass dieses in der Richtung sich ausbreitet, wo ihm der geringste Widerstand entgegensteht, nämlich in der Längsaxe der Zelle, in den Rest der Höhle hinein, die nunmehr ganz verschwindet (s. Fig. 2 bei *a*). Hierdurch werden aber die Zellen der medialen Wand etwas medialwärts gedrängt, und da sie hier wegen der Nachbarschaft der unnachgiebigen Chorda wenig Raum haben um auszuweichen, so ist es leicht verständlich, dass sie in diejenige Stellung übergehen, in welcher sie sich dem gegebenen beschränkten Raume am leichtesten anpassen können, sie legen sich mit ihren Längsseiten an

einander und parallel zur longitudinalen Körperaxe. Das Protoplasma unserer Zellen hat sich unterdessen so vermehrt, dass jede einzelne Zelle, die man von nun an berechtigt ist, primitive Muskelfaser zu nennen, mit den beiden Enden ihres Längsdurchmessers die Grenzen des Ursegments erreicht (Fig. 2 bei *b*), eine dünne homogene Grenzmembran, das intermusculäre Septum verhindert das Weiterwachsen der Muskelfasern über das Gebiet des Ursegments, dem sie zugehören, hinaus. Einzig dieses Septum trennt die Muskelfasern eines Ursegments von denen der benachbarten. An Stelle der verschwundenen Ursegmenthöhle bezeichnet eine mehr oder weniger scharfe Grenzlinie die Grenze zwischen Muskelschicht und lateraler Ursegmentwand. Die laterale Wand selbst stellt nach wie vor ein einschichtiges Epithel dar, doch zeigt auch sie insofern einige Umwandlungen, als die Krone nicht mehr vorzugsweise in der Nähe der Oberfläche liegen, sondern von nun an regellos gelagert erscheinen.

Wenn durch Volumszunahme der Epithelzellen die Bildung von Muskelfasern eingeleitet wird, gehen gleichzeitig innerhalb der betheiligten Zellen Structuränderungen vor sich. Dieselben betreffen zuerst besonders die Kerne, welche gegen früher bedeutend heller erscheinen, weil das Chromatin derselben von nun an nicht mehr den ganzen Kern durchzieht, sondern auf dessen mittlere Theile sich beschränkt; ferner werden die Kerne, wahrscheinlich durch Compression, verlängert und verschmälert (s. Figg. 1, 2 und 4). Wenn die neugebildeten Muskelfasern, von denen jede aus einer früheren Epithelzelle hervorgeht, ihre definitive Lage erreicht haben, rücken alle Kerne in die Mitte der zugehörigen Muskelfasern (s. Fig. 2 bei *b* und Fig. 3). So kommt es, dass die Muskelschicht, wie man an Frontalschnitten sehen kann (vgl. Fig. 7 und Fig. 3, letztere von Torpedo), in der Mitte des Ursegments breiter ist, als in der Nähe der intermusculären Septa. Hier, am Septum, rücken die Zellen der lateralen Wand etwas medialwärts, so dass, eine Zeit lang wenigstens, die laterale Wand die Muskelschicht wie eine Kuppel überwölbt (Fig. 2 bei *b*). Ihrer Form nach sind die primitiven Muskelfasern Platten mit elliptischem Querschnitt, erst später, lange Zeit nach der Abschnürung der Myotome, nehmen sie Cylinderform an.

Da die Umwandlung des Epithels zur Muskelschicht in einer Reihe hintereinander gelegener Ursegmente gleichzeitig und überall in derselben Höhe erfolgt, so erscheinen schon in frühen Stadien, auf Sagittalschnitten, die einzelnen Muskelschichten zu einem gleichmässig breiten Bande vereinigt, das durch die hellen Kerne und den Plasmareichthum seiner Zellen scharf von den Nachbargeweben sich abhebt.

Es ist leicht einzusehen, dass sich die Umbildung des Epithels zur Muskelschicht auf Querschnitten nur schwer oder gar nicht verfolgen lässt. Zur Zeit, wo die Zellen der Umschlagskanten hervorwachsen und die Zellen der

medialen Ursegmentwand in Folge der Compression, welche sie erleiden, ihre Form verändern, erhält man auf Querschnitten, je nach dem nur das Protoplasma oder auch Kerne getroffen sind, die verschiedensten Bilder, die sich um so schwerer deuten lassen, als man im Allgemeinen gewöhnt ist, auf Schnittbildern nur da eine Zelle zu suchen, wo man einen Kern sieht, während hier jeder Schnitt (man denke sich auf Fig 2 bei *a* in der Richtung des Pfeiles einen Querschnitt durch das Ursegment gelegt), weit mehr Zelldurchschnitte enthält, als Kerne nachzuweisen sind. Im Irrthum ist Rabl,[1] wenn er angiebt, dass das Epithel der medialen Ursegmentlamelle zur Zeit, wo die ersten Muskelfibrillen erscheinen, seine Einschichtigkeit bewahrt. Dies wäre nur dann der Fall, wenn sich die neugebildeten Muskelfasern sämmtlich übereinander schichteten, thatsächlich aber legen sie sich zum Theil über- und zum Theil nebeneinander, so dass es keine Ebene giebt, in der man nur eine Schicht von Muskelfasern träfe. Auch die Angabe Balfour's[2] und Rückert's,[3] dass die Kerne in zwei Reihen gestellt erscheinen, ist nicht ganz richtig, vielmehr erscheinen auf Querschnitten während des Umbildungsstadiums eine unbestimmte Anzahl von Kern- bez. Protoplasmadurchnitten und nach vollendeter Muskelbildung so viele Zelldurchschnitte, als die Muskelschicht primitive Muskelfasern besitzt. Trifft der Querschnitt das vordere oder hintere Ende eines Segments (z. B. Fig. 5*a*), so erhält man nur Plasmadurchschnitte, trifft er die Mitte (z. B. Fig. 5*b*), so erhält man vorzugsweise Kerne, und zwar in mehr als zwei Reihen. Wenn Rabl ferner angiebt, dass die Muskelfasern zunächst nur an der der Chorda zugewendeten Seite Fibrillen ausscheiden, so ist dies ebenfalls nicht richtig; die ersten Fibrillen erscheinen allerdings in der Nähe der Chorda, doch ist dies so zu erklären, dass zuerst die der Chorda am nächsten liegenden primitiven Muskelfasern Fibrillen ausscheiden (s. Fig. 2 bei *b*); die Fibrillen der einzelnen Fasern sind gleichmässig im Plasma vertheilt, erst später, wenn die Fasern Cylinderform annehmen, rücken die Fibrillen nach der Oberfläche, um röhrenförmig das nicht differenzirte Protoplasma, welches auch den Kern enthält, zu umhüllen. Ueber die Querstreifung der Muskelfasern will ich hier bemerken, dass ich eine solche bei Torpedo schon sehr früh (in den vordersten Ursegmenten eines Embryo mit 42 Ursegmenten, der 6·5 mm lang war), nachweisen kann; bei Pristiurus dagegen erst sehr viel später.

Die Bildung der ältesten Theile des Seitenmuskels wird, wie schon angegeben, eingeleitet im Stadium mit 12 Ursegmenten, vollendet ist sie

[1] 28. S. 239.
[2] *Monographie.* S. 106.
[3] 30. S. 250.

in den vordersten Segmenten, wenn im Ganzen 20 Ursegmente vorhanden sind. Es ist nun hervorzuheben, dass die Muskelschicht gleich nach ihrer Entstehung zu functioniren beginnt; eben jener Embryo mit 20 Ursegmenten (3 mm), der jüngste an dem ich eine wohl angebildete Muskelschicht nachweisen konnte, hatte im Leben deutliche pendelförmige Bewegungen des Kopfes ausgeführt; ein anderer, mit 22 Ursegmenten (3·5 mm) und ebenfalls wohlausgebildeter Muskelschicht, war unbeweglich, dies kann als individuelle Abweichung gedeutet werden. An Embryonen, die mehr als 25 Ursegmente hatten, waren stets Bewegungen wahrzunehmen; und zwar um so lebhaftere, je älter die Embryonen waren. Während nämlich der Embryo mit 20 Ursegmenten nur den Kopf, ein solcher mit 32 (4 mm) den Kopf und die vordere Rumpfhälfte bewegte, führen Pristiuren mit mehr als 40 Ursegmenten (länger als 4·5 mm) jene schlangenförmigen Bewegungen des ganzen Körpers aus, die die mikroskopische Betrachtung des lebenden Thieres so sehr erschweren.

Auf die physiologische Bedeutung dieser Bewegungen weist schon Balfour hin. Er sagt darüber Folgendes (Monographie S. 106): „The band developed at this stage appears to be a special formation which has, arisen through the action of natural selection to enable the embryo to meet its respiratory requirements by continually moving about and so subjecting its body to fresh oxydising influences.“ Uebrigens verlegt Balfour den Beginn der Bewegungen in ein viel zu weit fortgeschrittenes Stadium. Nach Balfour sollen sie im Stadium I, das er mit 46 Ursegmenten abbildet (die Abbildung des vorhergehenden Stadiums H zeigt deren 38), zuerst auftreten. Van Wijhe, der ebenfalls auf den Eintritt der ersten Bewegungen geachtet hat, sah solche zuerst an einem Pristiurusembryo mit 24 Ursegmenten, kurz nachdem das Herz begonnen hatte zu schlagen, ein Resultat, das mit dem meinigen ungefähr übereinstimmt. (34. S. 472.)

Es ist hier der Ort, auf eine Missbildung hinzuweisen, die ich mehrere Male bei älteren Pristiurusembryonen (länger als 10 mm) beobachtet habe; bei solchen Embryonen war der Schwanz nach vorn umgeschlagen, und liess sich auf keine Weise in die normale Stellung zurückbringen. Diese Missbildung kommt offenbar dadurch zu Stande, dass der Schwanz in Folge einer allzu lebhaften Bewegung, vielleicht dadurch, dass er an einer Flosse hängen bleibt, eine förmliche Schlinge bildet und in der Schlingenform eine Zeit lang fixirt bleibt. In Folge davon wird diejenige Seite des Schwanzes, welche den stärksten Druck zu erleiden hat, in der Entwickelung zurückbleiben, die zufällig entstandene Schlinge wird zu einer dauernden. Disponirt zu dieser Missbildung sind diejenigen Selachier, welchen, wie Pristiurus

und Scyllium, im Ei, ein weiter Spielraum für die Bewegungen ihres langen Schwanzes zur Verfügung steht.

Die Bildung des Seitenmuskels schreitet nun allmählich von vorn nach hinten fort. Die hintersten Ursegmente abgerechnet, von denen wir sahen, dass sie bald nach ihrer Abgliederung zu Bildungsgewebe aufgelöst werden, erfolgt die Muskelbildung in sämmtlichen Ursegmenten. Von der Geschwindigkeit, mit der sie fortschreiten, mögen folgende Zahlen ein Bild geben:

Entwicklungsgrad des Embryo	Ziffer des hintersten Ursegments, das ausgebildete Muskelfasern enthält
Pristiurus mit 43 Ursegmenten (5 mm)	25 (von hinten gezählt)
„ „ 50 „ (6 „)	18 „ „ „
„ „ 87 „ (12 „)	20 „ „ „
Torpedo „ 42 „ (6·5 „)	20 „ „ „

Man kann demnach annehmen, dass, so lange sich noch Ursegmente abgliedern, durchschnittlich immer die hintersten 20 keine vollständig ausgebildete Muskelschicht besitzen.

Wir sahen, dass ein Embryo mit 20 Ursegmenten bereits functionirende Muskeln besitzt, von einer motorischen Nervenwurzel ist in diesem Stadium noch keine Spur zu bemerken. Das Ursegment berührt zwar das Medullarrohr, beide Organe müssen sogar, wie schon van Wijhe[1] hervorhebt, mit einander in Verbindung stehen, weil der Embryo sonst den Kopf nicht bewegen könnte. Doch scheint mir diese Verbindung nur durch Adhaesion zu geschehen, gegen das Vorhandensein einer protoplasmatischen Verbindung spricht die scharfe Grenzlinie, welche das Modullarrohr, wie überall, so auch an der Contractstelle von Medullarrohr und Ursegment nach aussen abschliesst. Die Bildung motorischer Wurzeln beginnt erst zu einer Zeit, wo der Embryo schon die lebhaftesten Bewegungen ausführt, mit dem Erscheinen der Protoplasmaausflüsse des Medullarrohrs (nach Dohrn) oder dem Hervorwachsen der Neuroblasten (nach His). In der Mitte des Längsdurchmessers der Muskelschicht, da wo die Kerne liegen (s. Fig. 5*b*), stellt sich nun die protoplasmatische Verbindung mit dem Medullarrohr her. Ich sehe sie zuerst an einem Pristiurusembryo mit 43 Ursegmenten (5 mm) in den vordersten 11, ein Torpedoembryo der entsprechenden Stufe (42 Ursegmente) hatte schon in 21 Ursegmenten eine wohlausgebildete motorische Wurzel.

Wir kehren zurück zur Differenzirung der Ursegmente. Die dorsale Kante derselben überragte unmittelbar nach der Abgliederung derselben,

[1] 34. S. 468.

bez., bei den vordersten, welche eine Drehung durchzumachen haben, zur Zeit, wo diese vollendet ist, nur um Weniges die Grenze zwischen Medullarrohr und Chorda (s. Fig. 4), bald jedoch beginnt das Ursegment sich langsam dorsalwärts zu vergrössern. Dieses Wachsthum geschieht, wie es scheint, hauptsächlich auf Kosten der lateralen Ursegmentwand. An letzterer beginnen nämlich bald nach der Bildung der ersten Muskelfasern Wachsthumsvorgänge aufzutreten, auf deren Lebhaftigkeit die zahlreich zu beobachtenden Kerntheilungsfiguren hinweisen. Es macht nun den Eindruck, als käme das dorsale Wachsthum des Ursegments dadurch zu Stande, dass an der dorsalen Kante die Zellen der sich beständig vergrössernden lateralen Wand fortwährend medialwärts umlegen, während durch lebhafte Zelltheilung in der lateralen Wand eine Continuitätstrennung vermieden wird.[1]

Von den ältesten Schichten des primären Seitenmuskels aus schreitet die Muskelbildung dorsal fort, und hält von jetzt an gleichen Schritt mit dem dorsalen Wachsthum des Ursegments; so kommt es, dass die Länge des nicht differenzirten Stückes an der dorsalen Kante in allen Stadien annähernd die gleiche Länge besitzt. Wir sahen oben, dass die Bildung der zu allererst entstehenden Muskelfasern des Ursegments stürmischer erfolgt, als dies sonst bei der Umwandlung von Epithelzellen zu Muskelfasern der Fall ist; von nun an erfolgt die dorsal fortschreitende Umbildung von Epithelzellen zu Muskelfasern langsam, Schicht für Schicht, und zwar in etwas anderer Weise, als in den ältesten Theilen der Muskelschicht. Auch jetzt kann man auf Frontalschnitten den Vorgang übersehen. Man bemerkt (s. Fig. 8), wie, unter der bekannten Structuränderung in den Kernen, zuerst die Zellen der medialen Wand sich verlängern, dann sich schräg stellen, und wie nun das Protoplasma der einzelnen Zellen an den benachbarten vorübergleitend zur längsgestellten Muskelfaser auswächst. Auch hier betheiligen sich an der Muskelbildung die Zellen der vorderen und der hinteren Umschlagskante.

Es ist nun hervorzuheben, dass die dorsal von den ältesten Schichten des primären Seitenmuskels sich bildenden jüngeren Muskelschichten nicht nur unmittelbar nach ihrer Entstehung, sondern auch noch lange Zeit später (s. Figg. 15 und 16) einen merklich geringeren Querdurchmesser haben, als die ältesten Schichten selbst. Dies hat verschiedene Gründe. Einmal ermöglicht es die Langsamkeit der Muskelbildung in den dorsalen Theilen des Ursegments, dass für den Volumzuwachs, den jede Zellschicht durch Umwandlung zu Muskelfasern erfährt, durch das Gesammtwachsthum des Embryo Raum geschaffen wird; die neugebildeten Muskelfasern werden

[1] Ein ähnlicher Wachsthumsmodus wird für die Rumpfmusculatur von Petromyzon angenommen (s. Hertwig's *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte.* 3. Aufl. S. 290).

also nicht in dem Maasse zusammengedrängt, als dies bei der Bildung der ältesten Schicht, neben der Chorda, der Fall war. Ferner aber werden die ältesten Schichten beständig durch Neubildung von Muskelfasern verstärkt, nicht etwa durch Theilung der vorhandenen, sondern durch Neubildung aus Epithelzellen der lateralen Wand. Wie nämlich das Ursegment an seiner dorsalen Kante eine Wachsthumszone besitzt, so besitzt es eine zweite an seiner hintereren (caudalen) Kante (s. Figg. 3 und 7). Frontalschnitte belehren uns über deren Entstehung, sie zeigen Folgendes: Während gleich nach der Bildung der ältesten Muskelschichten sowohl an der vorderen als auch an der hinteren Kante die laterale Ursegmentwand unmittelbar der medial von ihr gelegenen Muskelschicht anliegt, zeigt einige Zeit später die hintere Kante ein anderes Bild als die vordere, die in ihrer früheren Form verharrt. Zum ersten Male bei einem Pristiurus mit 40 Ursegmenten ($4 \cdot 5^{mm}$), also ungefähr zu der Periode, wo ventral von der Muskelschicht die mediale Ursegmentwand sich zu Bildungsgewebe aufzulösen beginnt, sehe ich, dass an der hinteren Kante des Ursegments in einer Ausdehnung von $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Längsdurchmessers der Muskelschicht die epitheliale laterale Wand des Ursegments sich medialwärts eingeschlagen und lateral von der Muskelschicht sich nach vorn geschoben hat (s. Fig. 3, welche einem Torpedoembryo entnommen ist, der sich genau so verhält wie Pristiurus. Vgl. auch die Serie Fig. 5 *a*—*c*). Da, wie wir bei den allgemeinen Betrachtungen sahen, überall da, wo zwei nicht differenzirte Epithelschichten eines muskelbildenden Schlauches einander gegenüberliegen, zwischen beiden ein Hohlraum angenommen werden kann, so ist es verständlich, wenn, trotzdem bei der Entstehung der Muskelschicht die Ursegmentshöhle verschwunden war, jetzt an der hinteren Kante wieder ein kleiner Hohlraum erscheint (Fig. 5*c*).

Die Einfaltung der lateralen Wand erklärt sich dadurch, dass das lebhafte Wachsthum der letzteren, welches wir oben für den dorsoventralen Durchmesser feststellen konnten, auch im longitudinalen stattfindet und zwar hier in der hinteren Hälfte stärker ist als in der vorderen. In einem späteren Stadium schiebt sich, wohl unter demselben Einfluss, die hintere Kante jedes Ursegments über die vordere des nächstfolgenden hinweg (s. Fig. 7), so dass die intermusculären Septa, welche früher senkrecht zur Chorda standen, sich jetzt schräg einstellen.

Es sei gleich hier bemerkt, dass die hintere Wachsthumszone des Ursegments so lange bestehen bleibt, als man überhaupt von einer lateralen Wand reden kann; erst wenn diese sich auflöst, verschwindet auch die hintere Wachsthumszone, wie ja überhaupt die Auflösung der lateralen Wand das Ende des ersten Hauptabschnittes in der Entwickelung der

Musculatur bezeichnet, den Zeitpunkt von welchem an die Vermehrung der Muskelfasern nicht mehr auf Kosten undifferenzirter Epithelzellen erfolgt.

Die Bedeutung des Hineinrückens von Epithel zwischen Muskelschicht und lateraler Ursegmentwand besteht darin, dass das medial umgeschlagene Stück des Epithels im Stande ist, ohne dass sich dem beträchtliche Widerstände entgegensetzen, durch Vergrösserung und Ausbreitung des Plasmas seiner Zellen neue Muskelfasern neben den früher gebildeten vorzuschieben und so zur Verbreiterung der Muskelschicht beizutragen; die verbrauchten Epithelzellen werden beständig durch Nachrücken neuer aus der lateralen Wand ersetzt.

Beschrieben worden ist die hintere Wachsthumszone bisher von keinem Autor, so viel ich weiss; auch Balfour beschreibt sie nicht, obgleich er sie auf Tafel XII, Fig. 8 seiner Monographie abbildet. — An Querschnittsbildern schildern sowohl Balfour als auch Ziegler die zwischen lateraler Ursegmentwand und Muskelschicht sich einschiebende Epithelschicht, heben aber deren Entstehung und Bedeutung nicht klar genug hervor. Ziegler bildet die sich zwischen laterale Wand und Muskelschicht einschiebende Epithelschicht auf seiner Fig. 14 links ab, eine Figur, der meine Fig. 5c entspricht. Balfour sagt (Monographie S. 107): „Between these [scil. the muscle-cells] and the central cavity of the plates the epithelium forming the remainder of the layer commences to insert itself; so that between the first-formed muscles and the cavity of the muscleplate there appears a thin layer of cells not however continous throughout“. Die Zellschicht findet sich eben, sowie der Rest der Ursegmenthöhle, nur in den hintersten Theilen des Ursegments. Sie ist kein Rest des Epithels der medialen Wand, sondern stammt aus der lateralen, und hat sich zwischen diese und die Muskelschicht hineingeschoben.

Jetzt erfordern die Vorgänge am Ursegment ventral von der Muskelschicht besondere Beachtung.

Bald nach Bildung der ältesten Muskelschichten kommt es ventral von denselben in der medialen Ursegmentwand zur Auflösung des Epithels, der „Abstossung des Sclerotoms“, ein Vorgang, den Ziegler und Rabl genau schildern; auch Rückert und van Wijhe erwähnen denselben. Ich habe den Schilderungen der genannten Autoren nur wenig hinzuzufügen. Schon zur Zeit, wo im dorsalen Theile der medialen Wand durch Volumsvergrösserung der Epithelzellen die Muskelbildung eingeleitet wurde, liess sich im ventralen Theil eine Vermehrung der Zahl der Epithelzellen feststellen. Diese Zellvermehrung nimmt bald an Umfang zu, sie erstreckt sich über den ganzen nicht zu Musculatur differenzirten Theil der medialen Wand bis herab zu den Seitenplatten und ergreift auch die vordere sowie die hintere Umschlagskante, welche hier ihrer grösseren Ausdehnung wegen

den Namen vordere und hintere Wand verdienen. In Folge der raschen Zellvermehrung verdicken sich bald die betheiligten Ursegmentwandungen, sie werden mehrere Zelllagen stark, die Ursegmenthöhle verengt sich. In kurzer Zeit wird der Raum, den das Ursegment früher einnahm, für die Masse der neuentstehenden Zellen zu eng; die Zellmassen verschieben sich in Folge dessen anfangs medialwärts, da sie aber in dieser Richtung an Chorda und Aorta Widerstände finden, müssen sie sich einen anderen Ausweg suchen, sie schieben sich zwischen Muskelschicht und Chorda bez. Medullarrohr dorsalwärts. In dem Augenblicke, wo diese Wendung erfolgt, ist der frühere epitheliale Zusammenhang der Zellen gelöst; die früher compacte Zellmasse lockert sich auf und breitet sich als Bildungsgewebe in dem Raume zwischen Muskelschicht, Aorta, Chorda und Medullarrohr aus; die Muskelschicht wird dadurch von den axialen Gebilden abgedrängt. Einige von den dorsalwärts wachsenden Zellen legen sich als Umhüllung der inzwischen entstandenen vorderen Nervenwurzel an.

Die Details des eben geschilderten Vorganges sollen im Folgenden an Schnittbildern demonstrirt werden. Fig. 5 *a—c* stellen verschiedene Querschnitte dar, durch ein und dasselbe Ursegment (es ist das 11. Gesammtsegment oder das 7. Rumpfsegment) eines Torpedoembryo[1] mit 42 Ursegmenten (6·5 ^{mm}). Figg. 3 und 6 sind Frontalschnitte, durch entsprechende Gegenden eines Torpedoembryo von genau demselben Entwickelungsstadium; an den Querschnitten sind die Gegenden bezeichnet, welchen die Frontalschnitte entnommen sind.

Das Ursegment, von dem die Querschnitte 5 *a—c* stammen, hat einen Längsdurchmesser von 90 μ, die Dicke der Querschnitte beträgt 15 μ, demnach zerfällt das ganze Segment in 6 Schnitte, von denen 3 in Fig. 5 *a—c* abgebildet sind. Fig. 5 *a* ist der erste (von vorn nach hinten gerechnet) 5 *b* der dritte, 5 *c* der fünfte Schnitt. Fig. 5 *a*, Schnitt 1, trifft das Ursegment im Anschnitt, die Muskelschicht ist dünn, zeigt nur Protoplasma und keine Kerne. Fig. 5 *b*, Schnitt 3 trifft die Mitte des Ursegments; an dieser Stelle tritt die vordere Nervenwurzel an die Muskelschicht, welche hier am mächtigsten ist und viele Kerne enthält. Zu beachten ist nun, dass auf den Schnitten 5 *a* und 5 *b* (der nicht gezeichnete dazwischen liegende Schnitt 2 entspricht genau dem Schnitt 3, nur dass er keinen Nerven aufweist) jede Spur einer Ursegmenthöhle fehlt; ventral von der

[1] Pristiurus zeigt genau dieselben Bilder, doch sind dieselben bei Torpedo besser zu übersehen wegen der grösseren Dimensionen, die hier herrschen; der Torpedoembryo von 6·5 ^{mm} Länge stellt dieselbe Entwicklungsstufe dar wie ein Pristiurus embryo von 4 ^{mm}. Uebrigens entspricht das Entwicklungsstadium von Torpedo, welches ich hier bespreche, genau dem von H. E. und F. Ziegler auf S. 91 ihrer Arbeit (36) beschriebenen.

Muskelschicht, die bei Fig. 5*b* etwa bis an den ventralen Rand der Chorda reicht (also weiter ventral als bei Fig. 5*a*) bis herab zur Höhle des Urnierenganges, ist der ganze Raum zwischen der lateralen Wand des Ursegments einerseits, Chorda und Aorta anderseits durch Bildungsgewebe erfüllt, das sich dorsalwärts weiter ausdehnt. Das Coelom zeigt in der Höhe des ventralen Aortenrandes eine glatte horizontal verlaufende Begrenzung.

Ein anderes Bild gewährt Fig. 5*c*, Schnitt 5 (Schnitt 4 zeigt zwischen lateraler Ursegmentwand und Muskelschicht keine Epithelschicht, enthält aber wie Schnitt 5 eine Ursegmenthöhle). Hier findet sich eine Ursegmenthöhle, die mit der Leibeshöhle in Verbindung steht. An der Muskelschicht ist zu bemerken, dass sie nicht so weit ventralwärts reicht wie bei Fig. 5*b*. Fig. 5*c* zeigt ferner die bereits früher beschriebene, aus einer Umbiegung der lateralen Ursegmentwand herzuleitende Epithelschicht; von der lateralen Ursegmentwand ist sie durch eine schmale Spalte getrennt, der Fortsetzung der Ursegmenthöhle. Die Epithelschicht biegt ventral von der Muskelschicht medialwärts um und geht scheinbar ohne scharfe Grenze in das Bildungsgewebe über; an dieser Stelle findet sich der kurze, zipfelförmige, dorsalwärts gerichtete Fortsatz der Ursegmenthöhle, den die meisten Autoren als ein durch die lebhafte Proliferation des Bildungsgewebes bedingtes Divertikel der Ursegmenthöhle auffassen. Wir werden darauf zurückkommen. Hier sei noch erwähnt, dass der hinterste Schnitt 6 durch das Ursegment im Wesentlichen dem Schnitt 1 entspricht.

Vergleichen wir mit den Querschnittsbildern die Bilder, welche uns Frontalschnitte gewähren, so sehen wir in Fig. 3 einen Schnitt, der in der Höhe der oberen Chordahälfte durch das Ursegment gelegt ist; die Muskelschicht und die äussere Ursegmentwand mit ihrer hinteren Wachsthumszone sind von dieser Gegend bereits beschrieben; zwischen Chorda und Muskelschicht liegt locker gefügtes Bildungsgewebe, welches, da es, wie wir wissen, nicht an Ort und Stelle entstanden ist, mit der Muskelschicht in keinem Zusammenhang steht.

Fig. 6 zeigt Schnitte, bei *a* durch die ventrale Grenze der Muskelschicht, also die Stelle, wo auf dem Querschnitt das „Divertikel" der Ursegmenthöhle zu sehen ist, bei *b* etwas weiter ventral. Auf Fig. 6*a* bemerkt man ein Stück Muskelschicht, welches gegen die Mitte des Ursegments zu am stärksten ist, den vorderen Rand des Ursegments aber kaum, den hinteren überhaupt nicht erreicht; dieser Befund entspricht dem an der Querschnittsserie gemachten, wonach in der Mitte des Ursegments, bei Fig. 5*b*, die Muskelschicht tiefer ventral herabreicht als an den Rändern. Es ist wohl nicht anzunehmen, dass die an Fig. 6*a* wahrnehmbaren Muskelfasern in der Ebene des Schnittes sich gebildet haben; vielmehr wahrscheinlich, dass sie von dorsal herabgerückt sind, eine Dislocation, die

vielleicht durch das Herantreten der vorderen Wurzel an die Muskelschicht bedingt ist. Fig. 5*b* scheint diese Vermuthung zu unterstützen. An Fig. 6 bemerkt man ferner, dass sich auch hier an der hinteren Kante Epithel medialwärts umgeschlagen hat, die hintere Wachsthumszone des Ursegments reicht also tiefer herab als die Muskelschicht. Medialwärts grenzt das umgeschlagene Epithel unmittelbar an die hintere Ursegmentkante (hier besser Ursegmentwand), welche ebenso wie die mediale und die vordere Wand in lebhafter Zellproliferation begriffen sind. Von der Ursegmenthöhle sind 2 Reste erhalten: der eine, mit + bezeichnete, stellt eine Spalte dar zwischen der lateralen Wand und dem umgeschlagenen Epithel und ist aufzufassen als ein Stück der Ursegmenthöhle, welches durch die Umbiegung des Epithels nach innen abgeschnürt wurde; der andere, mit ╫ bezeichnete, liegt in der Mitte oder etwas hinter der Mitte des Ursegments, und stellt die eigentliche durch die Proliferation der Wandungen bereits stark reducirte Ursegmenthöhle dar. — An Fig. 6*b* ist diese Theilung der Ursegmenthöhle in zwei Theile soeben im Gange; hier sieht man, wie von der hinteren Ursegmentwand aus, in der lebhafte Zellvermehrung wahrzunehmen ist, einen Zapfen nach dem Centrum des Ursegments vordringen; die laterale Hälfte des Zapfens ist im Begriff, epitheliale Anordnung seiner Zellen anzunehmen, die mediale wird zu Bildungsgewebe; das umgeschlagene Epithel an der hinteren Wachsthumszone stammt also hier, ventral von der Muskelschicht, nicht vom hinteren Ende der lateralen Wand, sondern vom lateralen Ende der hinteren Kante bez. Wand. — Im nächstfolgendem Entwickelungsstadium würde Ursegment *b* an Fig. 6 an der entsprechenden Stelle die Differenzirung des Ursegments *a* zeigen (nur das Fragment der Muskelschicht würde fehlen), die Ursegmenthöhle, welche bei *b* im Begriff ist, durch den hervorwachsenden Zapfen in zwei Abschnitte zerlegt zu werden, würde im nächsten Stadium an derselben Stelle nur noch die beiden Reste aufweisen, welche *a* zeigt. Sucht man nun die beiden, mit + und ╫ bezeichneten Reste an der Querschnittsserie auf, so entspricht der mit + bezeichnete dem Zwischenraume zwischen lateraler Ursegmentwand und medialer Epithelschicht an Fig. 5*c*, der mit ╫ bezeichnete aber, an derselben Figur, dem „Divertikel"; dieses ist also weiter nichts als ein vielleicht etwas medial verschobener Rest der verschwindenden Ursegmenthöhle, bald ist auch dieser Rest durch die fortschreitende Zellproliferation verschwunden (dass er unter Umständen nicht ganz verschwindet, wird später gezeigt werden); ein Pristiurus mit 51 Ursegmenten (6 ^{mm}) weist in den Ursegmenten, welche den eben beschriebenen entsprechen, kein „Divertikel" mehr auf.

Wenden wir uns jetzt zu einem vorgerückteren Stadium der Ursegmentdifferenzirung, so zeigt Fig. 13, entnommen einem Pristiurusembryo mit

73 Ursegmenten ($9\cdot5^{mm}$) ventral von den ältesten Muskelschichten, die immer noch in der Höhe der Chorda liegen, einen neugebildeten schmalen Streifen von Musculatur; derselbe ist an Fig. 13 durch seine hellen Kerne kenntlich und reicht herab beinahe bis zur ventralen Grenze der Aorta. Wie ist dieser Muskelstreifen entstanden? Offenbar aus dem Theile der hinteren Ursegmentwand, welche, wie an Fig. 6 nachzuweisen war, bei der Auflösung der Wand unter Beibehaltung bez. Restituirung der epithelialen Anordnung seiner Zellen sich medial der lateralen Wand anlegt. Im Stadium von Fig. 6 hat dieser Process soeben begonnen, er ist hier nur unmittelbar ventral von der ältesten Muskelschicht wahrzunehmen, später schreitet er ventral vorwärts, bis herab zum ventralen Rand der Aorta. Unterdessen wandeln sich die Epithelzellen des umgeschlagenen Stückes in der bereits öfter beschriebenen Weise zu Muskelfasern um; im Stadium, welches Fig. 13 darstellt, ist die Umwandlung vollzogen.

Wenn ich Ziegler[1] richtig verstehe, so ist dieser Autor der Meinung, dass die älteste Muskelschicht nach Ausstossung des Bildungsgewebes vom Niveau der Chorda auf das der Aorta herabrückt. Dies wäre ein Irrthum. Vielmehr verharrt die älteste Schicht in der Höhe der Chorda, und es kommt ventral von ihr bis zur Höhe des ventralen Aortenrandes eine neugebildete Muskelschicht hinzu. Natürlich ist diese neugebildete vor der Abschnürung des Myotoms entstandene Schicht dem primaeren Seitenmuskel zuzurechnen und steht in keiner Beziehung zu der nach der Abschnürung der Myotome sich bildenden ventralen Musculatur.

Fig. 6 zeigt, wie diejenige Epithelschicht, aus der sich der soeben besprochene ventrale Zuwachs des Seitenmuskels bildet und welche der hinteren Ursegmentwand entstammt, mit dem Bildungsgewebe, das aus derselben Wand stammt, in innigem Zusammenhang steht (s. Fig. 6*a* bei *Z*). Dieser Zusammenhang erhält sich lange Zeit. Selbst dann noch, wenn die Epithelzellen bereits zu Muskelfasern geworden sind, und die Myotome sich abgeschnürt haben, sieht man im hinteren Theil der einzelnen Ursegmente den fraglichen Theil des Seitenmuskels mit dem medial von ihm befindlichen Bildungsgewebe im Zusammenhange stehen; so bei Fig. 13 und bei Fig. 7. Bei Fig. 15, die einem Stadium entnommen ist, wo die Abschnürung des Myotoms bereits vollendet ist, zeigt auf der rechten Seite, wo der Schnitt den hinteren Theil des Myotoms getroffen hat, den erwähnten Zusammenhang um so deutlicher, als ausserhalb des in Betracht kommenden Bezirkes Myotom und Bildungsgewebe durch eine deutliche Spalte getrennt sind. Angenommen auch, diese Spalte sei bei der Härtung durch Schrumpfung entstanden, so wäre nicht einzusehen, warum das Bildungsgewebe gerade

[1] S. 385.

an jener Stelle neben der Aorta sich nicht ebenfalls retrahirt hätte, könnte man hier nicht einen innigen Zusammenhang zwischen Bildungsgewebe und Muskelschicht annehmen. Auf der linken Seite von Fig. 15 hat der Schnitt nicht den hinteren Theil des Myotoms getroffen, hier erscheint denn auch das Myotom durchgehends vom Bildungsgewebe getrennt. Bei Rückert[1] findet sich folgende Bemerkung. Es ist von den Elementen des Sclerotoms die Rede. Dann heisst es: „Ihr Verhalten zu den Segmenten der embryonalen Längsmuskelschicht ist auf den einzelnen Querschnitten im Bereich eines solchen Segments ein verschiedenes. Da, wo sie der kernhaltigen Mitte dieser Segmente anliegen, sind sie scharf, von derselben abgesetzt, so dass man angesichts solcher Schnitte nicht zögert, sie ausschliesslich als Auswüchse der oben beschriebenen Ausbuchtung der Somitenwand zu erklären. Im Bereich der intermusculären Septen erscheinen sie jedoch im Zusammenhang mit der an ihrer lateralen Fläche gelegenen Längsmuskelschicht, und es muss die Möglichkeit im Auge behalten werden, dass sie an dieser Stelle nicht von der Ausbuchtung heraufgewachsen, sondern an der medialen Fläche der Muskelschicht durch Differenzirung in loco entstanden sind.“ Also hat auch Rückert beobachtet, dass am Rande des Ursegments das Bildungsgewebe mit der Muskelschicht im Zusammenhang steht. Seine Beschreibung wäre aber dahin zu modificiren, dass dieser Zusammenhang nur in einem beschränkten Theile des Ursegments besteht, nämlich in der Ausdehnung derjenigen Muskelschicht, welche durch Neubildung zu dem primaeren Seitenmuskel ventral hinzukommt; ferner, dass er sich nur am hinteren Rand des Ursegments findet (nicht auch am vorderen); zu erklären aber ist der Zusammenhang dadurch, dass sich die hintere Kante des Ursegments in ihrem lateralen Theile zu Musculatur, in ihrem medialen aber zu Bildungsgewebe differenzirt, ohne dass beide Theile ihren Zusammenhang aufgeben.

Ich will an dieser Stelle auf eine eigenthümliche doppelte Segmentirung aufmerksam machen, die das aus den Ursegmenten hervorgegangene Bildungsgewebe in der Gegend ventral von der ältesten Muskelschicht aufweist; also gerade in der Gegend, wo der Zusammenhang zwischen Bildungsgewebe und Muskelschicht nachzuweisen ist, und wo sich die an Fig. 6 besprochenen Vorgänge abspielen. Abgesehen nämlich davon, dass hier die Bezirke der einzelnen Ursegmente auch im Bildungsgewebe durch eine Grenzmembran, die Fortsetzung des intermusculären Septums, deutlich abgegrenzt sind,[2] ist hier (s. Fig. 7) innerhalb der einzelnen Ursegmentbezirke

[1] 30. S. 251.

[2] Ich trete für das Bestehenbleiben dieser Grenzen ein, trotz der gegentheiligen Angaben Balfour's, van Wijhe's und Ziegler's (s. Ziegler 35. S. 388).

eine zweite Art von Segmentirung dadurch angedeutet, dass immer ein Abschnitt dichtgefügten Bildungsgewebes mit einem Abschnitt lockergefügten abwechselt. Der dichtgefügte Abschnitt liegt im hintersten Drittel des Ursegments, neben der Grenzmembran; er stellt denjenigen Theil des Bildungsgewebes vor, welcher mit der Muskelschicht in Zusammenhang steht. Der lockergefügte Abschnitt des Bildungsgewebes erfüllt die zwei vordersten Drittel des Ursegments, er enthält in der Nähe der Grenzmembran ein Gefäss, später auch, nach innen vom Gefäss, das Spinalganglion, welches im abgebildeten Stadium noch nicht so weit ventral gerückt ist. An der Grenze zwischen lockerem und dichtem Abschnitt des Bildungsgewebes ist zuweilen eine schmale Spalte wahrzunehmen. Nun ist zu bedenken, dass sich, wie schon anfangs gesagt wurde, das beschriebene Bild nur ventral von der ältesten Muskelschicht bis herab zur Aorta hin findet, also in der Gegend, wo sich die auf Fig. 6 abgebildeten Differenzirungen abspielen. Daher ist es nicht unwahrscheinlich, dass jene schmale Spalte, die sich bisweilen zwischen den beiden Abschnitten des Bildungsgewebes findet, den auf Fig. 6 mit ╫ bezeichneten Rest der Ursegmentshöhle, das „Divertikel" darstellt. Die Spalte würde dann der von Ebner bei Reptilien und dem Hühnchen entdeckten, von Corning bestätigten, wenn auch in Bezug auf die Art und Weise, wie sie die Neugliederung der Wirbelsäule beeinflusst, anders gedeuteten Intervertebralspalte entsprechen, die Kollmann neuerdings auch am menschlichen Embryo nachgewiesen hat. Ob die beschriebene Segmentirung Beziehungen hat zur späteren Wirbelsäule, dies zu entscheiden bleibt einer Specialuntersuchung vorbehalten.

Ich wende mich jetzt zu einer anderen Frage. Schon Balfour giebt an, dass am Ende des Stadiums *J* (46 Ursegmente vorhanden) Bindegewebszellen oberhalb der dorsalen Ursegmentkante erscheinen. Unsere Figg. 5 *a—c*, welche aus demselben Stadium stammen, bestätigen Balfour's Beobachtung. Nun fragt es sich, woher stammen diesen Zellen? Ziegler[1] leitet sie von der dorsalen Ursegmentkante selbst ab, indem er sagt: „Von den oberen Enden der Myotome löst sich schon im Stadium *H—J* Bildungsgewebe durch Proliferation einzelner Zellstränge ab". Ich kann dies bestätigen, wenigstens für Torpedo, welcher Ziegler's Untersuchungsmaterial bildete. An den vorderen Rumpfursegmenten von Torpedoembryonen aus demselben Stadium, dem Figg. 5 und 6 angehören, sieht man (Fig. 10) wie die dorsale Ursegmentkante sich gleichsam aufpinselt, indem die am nächsten zur Spitze liegenden Epithelzellen lange schmale Fortsätze aussenden. An günstigen Schnitten sieht man ferner auch, wie sich derartige Zellen vollständig aus dem epithelialen Verband loslösen und sich

[1] 35. S. 390.

dorsal- bez. medialwärts vorschieben; ausserdem finden sich am äussersten dorsalen Ende des Ursegments, also weit entfernt von der Gegend, wo die Muskelbildung vor sich geht, Kerntheilungsfiguren, die auf ein lebhaftes dorsalwärts gerichtetes Wachsthum jenes äussersten Endes hinweisen. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass, wenn von jetzt an dorsal vom Ursegment sowie zwischen dorsalem Rand des Medullarrohrs und Hornblatt Bildungsgewebe auftritt, dasselbe von der dorsalen Ursegmentkante abgeleitet werden kann; aber dies nur zum Theil. Denn es lässt sich weiter nachweisen, wie sich von dem Bildungsgewebe, welches ventral von der ältesten Muskelschicht aus der Auflösung der Ursegmente hervorgegangen ist, Zellen dorsalwärts schieben und zum Theil durch den schmalen Zwischenraum zwischen Spinalganglion und dorsaler Ursegmentkante hindurchzwängen. Schon von den beiden am weitesten dorsal befindlichen einzelnen Spindelzellen, die Fig. 10 wiedergiebt, lässt sich nicht feststellen, ob sie sich von der dorsalen Kante losgelöst haben oder von ventral heraufgewandert sind.

Auswanderung von Bildungsgewebszellen aus der dorsalen Ursegmentkante habe ich, wie schon erwähnt, nur bei Torpedo gesehen. Einen ähnlichen Vorgang bei Pristiurus nachzuweisen, ist mir nicht gelungen; hier sieht man nur Spindelzellen zwischen Ganglion und Ursegment dorsalwärts wandern (s. Fig. 9).

Sehr bald nach der Bildung der ältesten Schicht des primaeren Seitenmuskels in den vordersten Ursegmenten, und noch vor Ausstossung des axialen Bildungsgewebes in denselben beginnt die Entwickelung des Excretionsapparates, durch das Erscheinen der Vorniere in einer kleinen Anzahl vorderer Ursegmente; kurz nach Ausstossung des Bildungsgewebes, wiederum in den vorderen Ursegmenten, zeigt sich die erste Spur des Urnierenganges, der nun allmählich von vorn nach hinten bis zur Cloake sich verlängert. Noch bevor der Urnierengang die Cloake erreicht, was nach van Wijhe im Stadium mit 80 Ursegmenten geschieht, beginnen die Myotome sich vom übrigen Theil der Ursegmente zu trennen, ein Process, der ebenfalls von vorn nach hinten fortschreitet. Der Verlauf dieser Abschnürung ist folgender. Eine Continuitätstrennung im Ursegment war am längsten vorbereitet in der medialen Wand; hier war eine solche thatsächlich schon eingetreten in dem Augenblicke, wo das aus der medialen Wand hervorgegangene Bildungsgewebe sich dorsalwärts wendete, und eine Auflockerung desselben eintrat. Von der Stelle, wo dies geschah, beginnend, bis herab zur Höhe der Aorta fällt die ganze mediale Ursegmentwand sammt der vorderen und dem grössten Theil der hinteren der Auflösung anheim. Auch ventral davon schreitet die Auflösung noch weiter bis zu der Splanchnopleura; doch erhält sich vom ventralen Rande der Aorta an in der Mitte

des Ursegments (s. Fig. 13, wo gerade die Mitte des Ursegments durch den Schnitt getroffen ist) eine Epithelschicht, welche die innerste, d. h. der Ursegmenthöhle am nächsten liegende epithelial gebliebene Schicht der sonst zu Bildungsgewebe aufgelösten Wände darstellt, und die continuirlich in die mediale Seitenplatte, die Splanchnopleura, übergeht; diese Epithelialschicht bildet die mediale Grenze der zu einer engen Röhre reducirten Ursegmenthöhle. Die Reduction der Ursegmenthöhle aber ist bedingt, einmal durch das reichlich entwickelte raumverengende Bildungsgewebe, ferner dadurch, dass die laterale Ursegmentwand, die übrigens bisher durchgehends ihren epithelialen Bau behalten hat, durch den medialwärts strebenden Urnierengang in derselben Richtung, nämlich medialwärts, stark eingebuchtet wird. Dorsal von dieser Gegend (die dem van Wijhe'schen Mesomer entspricht), ist die Ursegmenthöhle durch die Auflösung der Wandungen obliterirt, bis auf einen kleinen Rest (Fig. 13 *R*), der begrenzt wird medial von Bildungsgewebe, lateral von der lateralen Segmentwand, welche hier etwas nach aussen und ventral ausgebuchtet ist. — Frontalschnitte (Fig. 14) zeigen ferner, dass unmittelbar dorsal vom Urnierengang (der Frontalschnitt Fig. 14 trifft den Embryo an der Stelle des Pfeiles an Fig. 13) die laterale Ursegmentwand sowohl an der vorderen, als auch an der hinteren Kante nach der Mitte des Ursegments zu sich einbuchtet, so dass die beiden Falten in der Mitte des Ursegments sich berühren. Das Myotom steht jetzt nur noch durch die schmale Brücke *Br* (Fig. 14) mit dem übrigen Theile des Ursegments in Verbindung. Wenn sich diese Verbindung löst (Fig. 14 an dem am weitesten links liegenden Ursegment), ist die Abschnürung des Myotoms vollendet. Gleich nach Trennung der Verbindungsbrücke vereinigen sich die einander in der Transversalaxe gegenüberliegenden zwei Schenkelpaare der unterbrochenen Falte (s. Fig. 14 links). Wenn dies geschehen ist, verbindet sich der ventral von der Trennungsstelle gelegene Theil der lateralen Wand (vgl. Fig. 14 mit Fig. 15) mit dem gegenüberliegenden epithial gebliebenen Abschnitt der medialen Wand zum Segmentaltrichter (Urnierencanälchen); der dorsale dem Myotom zugehörige Theil der lateralen Wand, welcher schon vor der Abschnürung dorsalwärts gerichtet war, legt sich vollends dorsal um, so dass das umgeschlagene Stück jetzt die ventrale Fortsetzung des primaeren Seitenmuskels zu bilden scheint (s. Fig. 15). Das nunmehr selbstständig gewordene Myotom enthält also an seinem ventralen Ende ein allseitig von einschichtigem Epithel begrenztes, einen Hohlraum, nämlich den Rest der Ursegmenthöhle, bergendes Säckchen, welches von jetzt an als dritte ventrale Wachsthumszone zu den beiden bereits vorhandenen, der dorsalen und der hinteren, hinzukommt. Diese ventrale Myotomkante, oder nach Maurer's Bezeichnung der ventrale Myotomfortsatz, ist ein Gebilde, welches nur aus Theilen der früheren

lateralen Ursegmentwand besteht; beide Epithelschichten sind aus dieser hervorgegangen. Man ist berechtigt, diese ventrale Myotomkante als ein selbständiges muskelbildendes Primitivorgan aufzufassen, weil aus der Summe sämmtlicher ventraler Myotomkanten nicht nur die gesammte ventrale Rumpfmusculatur, sowie die Musculatur der Brust-, Becken-After und Schwanzflosse hervorgeht, sondern auch, wie wir sehen werden, die Muskelentwickelung in ihr nach anderen Gesetzen sich vollzieht, als in den übrigen Abschnitten des Myotoms.

Den Zeitpunkt, zu welchem in den einzelnen Rumpfursegmenten die Myotomabschnürung sich vollzieht, hat van Wijhe[1] genau bestimmt. Nach van Wijhe beginnt die Abschnürung im vordersten Gesammtsegment, im Stadium mit 49 Ursegmenten, schreitet dann langsam vorwärts, so dass sich erst im Stadium mit etwa 60 Ursegmenten das erste Rumpfmyotom abschnürt. Dann geht der Process rasch nach hinten weiter, so dass im Stadium mit 76 Ursegmenten alle Rumpfmyotome abgeschnürt sind; ich kann van Wijhe's Angaben im Wesentlichen bestätigen und hinzufügen, dass die Abschnürung vom letzten Rumpfsegment aus auf die Schwanzursegmente sich fortsetzt und je weiter sie nach hinten fortschreitet, dies in um so rascherem Tempo geschieht, so dass an den hintersten Schwanzursegmenten schon bald nach deren Abgliederung die Myotomabschnürung sich vollzieht.

Wenn die Abschnürung des einzelnen Myotoms vollendet ist, so wird der nächste wichtige Abschnitt in dessen Weiterentwickelung bezeichnet durch die von Dohrn[2] entdeckte und genau beschriebene, von P. Mayer bestätigte Abschnürung der „Muskelknospen“, ein Vorgang, zu dessen Demonstration sich Torpedoembryonen besser eignen als solche von Pristiurus, weil bei jenen die paarigen Flossen weniger schräg gestellt sind als bei diesen. Uebrigens bedarf es zu ihrem Nachweis keiner Schnitte, an einem als Ganzes aufgehellten Torpedoembryo von 14 ^{mm} Länge sehe ich deutlich aus dem ventralen Ende der Myotome je zwei Säckchen, wie sie Dohrn an Schnitten beschreibt, herauswachsen. Die „Muskelknospen“ für Brust- und Beckenflosse gehen aus den ventralen Kanten von Rumpfmyotomen hervor, und zwar beginnt ihre Abschnürung in denjenigen Myotomen, welche dem Gebiet der Brustflosse zugehören. Ich sehe bei Pristiurus die Knospen dieser Myotome (es ist das 7.—12. Gesammtmyotom) zum ersten Male im Stadium mit 96 Ursegmenten (13 ^{mm}), während sie im Stadium mit 87 (12 ^{mm}) noch nicht auftreten. Von der Gegend der Brustflosse schreitet die Abschnürung continuirlich fort; bekanntlich werfen alle Rumpfmyotome

[1] 34. S. 490.
[2] Studien VIII.

Muskelknospen ab, von denen aber nur diejenigen zur Entwickelung kommen, welche in die Flossenanlagen einwandern, bei einem Embryo von ca. 14 mm Länge (die Ursegmente sind an diesem nicht gezählt worden) ist der Process schon im Bereich der Beckenflosse angelangt; ich wage es nicht, die Ziffern der an der Bildung der Beckenflossenmusculatur betheiligten Myotome anzugeben. Brust- und Beckenflossen sind bereits in frühen Stadien durch Verdickungen des Ectoderms markirt, erst viel später, kurz vor dem Abwerfen der ventralen Muskelknospen, erscheint das Bildungsmaterial für das Scelet der Flossen. Massen von Bildungsgewebe lösen sich von der lateralen Seitenplatte, der Somatopleura ab, und sammeln sich nach innen von der erwähnten Ectodermverdickung an (Fig. 15 rechts). Es ist hervorzuheben, dass zur Zeit, wo dieses Bildungsgewebe erscheint, an der Brustflosse die Myotome in ihrem ventralen Wachsthum bereits dessen Niveau erreicht haben, während in der Gegend der Beckenflosse die ventrale Kante dorsal davon endigt. Da nun die Abschnürung der Muskelknospen für jedes Flossenpaar um einen gleich langen Zeitraum nach dem Erscheinen der Sceletanlage erfolgt, so haben die Muskelknospen der Beckenflosse einen weiteren Weg zurückzulegen, um ihr Ziel zu erreichen, als die der Brustflosse.

Nach dem Abwerfen der Muskelknospen entwickeln sich die ventralen Myotomkanten rasch weiter. In der Umwandlung ihres Epithels zu Muskelfasern ist nun, den übrigen Theilen des Ursegments bezw. Myotoms gegenüber, der wichtige Unterschied festzustellen, dass sich äussere und innere Schicht gleichzeitig zu Musculatur umbilden (s. Figg. 16 und 17), die ventralen Kanten der Myotome folgen also im Verlauf ihrer Differenzirung nicht den übrigen muskelbildenden Theilen des Myotoms, sondern den Kopfhöhlen, in welchen, wie Dohrn beschreibt, beide Theile der muskelbildenden Doppelplatte gleichzeitig Muskelfasern bilden. Epithelial bleibt zunächst wieder das äusserste Ende der ventralen Myotomkante. Dohrn nennt diese noch nicht differenzirten Epithelzellen „Kuppelzellen“ (s. „Studien“ IX.). Jenes Ende wächst, unter beständiger Vermehrung seiner Epithelzellen, ventral und medialwärts, auf dem ganzen Wege, den es zurücklegt, Muskelfasern bildend. Erst wenn die ventralen Kanten der beiden Seiten sich beinahe bis zur Berührung genähert haben, werden auch die Kuppelzellen zu primitiven Muskelfasern, und zwar scheinen hier alle Epithelzellen zu Muskelfasern zu werden; jetzt ist am ventralen Theile des Myotoms alles Muskelbildungsmaterial aufgebraucht.

Die aus der ventralen Myotomkante hervorgegangene Musculatur wollen wir die primaere Bauchmusculatur nennen; dieselbe steht zunächst noch dorsal in Berührung mit dem Theile des Myotoms, aus dem der primaere Seitenmuskel hervorgeht; doch sind beide Theile deutlich von einander abgegrenzt. Die Grenze liegt im Niveau des ventralen Randes

der Aorta (Fig. 16, G_1) da, wo die in diesem Stadium noch vorhandene epitheliale laterale Myotomschicht aufhört; ihre ventrale Fortsetzung ist, wie wir sahen, gleichzeitig mit der medialen Schicht der ventralen Myotomkante zu Musculatur geworden. Uebrigens ist, sobald einmal Muskelfasern sich gebildet haben, an der betreffenden Stelle die Grenze zwischen lateraler und medialer Schicht der ventralen Myotomkante verschwunden. Es sei auch gleich hier bemerkt, dass Querschnitte durch den Embryo die primaere Bauchmusculatur schräg treffen, da diese mit dem primaeren Seitenmuskel einen stumpfen Winkel bildet.

Ich habe jetzt eine wichtige Frage zu erörtern. Was wird aus der lateralen, äusseren Schicht des Myotoms, welche so lange ihren epithelialen Character bewahrt? Bekanntlich gehen die Ansichten der Autoren über ihr endliches Schicksal auseinander. Die Einen lassen sie mit Balfour[1] schliesslich ganz zu Musculatur werden, die Anderen mit Rabl[2] sich in Bildungsgewebe auflösen; noch Andere (Ziegler,[3] van Wijhe[4]) vermitteln beide Anschauungen, indem sie annehmen, ein Theil verwandele sich zu Musculatur, der andere löse sich auf. Der letzterwähnten vermittelnden Ansicht muss ich mich anschliessen. Das Resultat meiner darauf bezüglichen Untersuchungen sei im Folgenden mitgetheilt.

Es ist zunächst festzustellen, dass es sich natürlich nur um dasjenige Stück handelt, welches zur Zeit, wo die Abschnürung des Myotoms sich vollzieht, dessen äussere Schicht bildet; denn von dem durch das Wachsthum der ventralen Kante entstehenden neuen Abschnitt des Myotoms wurde oben gezeigt, dass an ihm sehr bald beide Schichten gleichzeitig zu Musculatur werden. Hier bleibt kein Epithel erhalten, von dem es strittig sein könnte, was aus ihm wird und es ist von vornherein ausgeschlossen, dass die Massen von Bildungsgewebe, welche sich zwischen primaerer Bauchmusculatur und Ectoderm finden, aus der äusseren Myotomschicht hervorgegangen sein könnten. Vielmehr stammt jenes Bildungsgewebe, wie Balfour[5] und nach ihm Ziegler und van Wijhe gezeigt haben, aus dem nicht segmentirten Mesodermabschnitt, im Rumpfe speciell aus der Somatopleura, und erscheint schon, bevor die ventralen Myotomkanten bis an jene Stelle herabgewachsen sind. Wenn sich später die Myotome ventral verlängern, wachsen sie in das Bildungsgewebe hinein. Fig. 13 stellt das Stadium dar, in welchem an der Somatopleura Zellproliferation aufzutreten beginnt; bei Fig. 15 rechts ist schon reichlich Bildungsgewebe vorhanden; Fig. 15 links zeigt, dass das Bildungsgewebe der Flosse aus derselben Quelle stammt.

---

[1] Monographie. S. 148. — [2] 27, 28. — [3] 35. S. 391. — [4] 34. S. 465. Anm. — [5] Monographie. S. 111.

Was nun den näher bezeichneten Theil der äusseren Myotomschicht, über dessen Differenzirung wir uns klar werden wollen, betrifft, so müssen wir bei seiner Besprechung auf frühe Entwickelungsperioden zurückgehen. Wir hatten gesehen, dass schon während der Bildung der ältesten Schichten des primaeren Seitenrumpfmuskels aus der medialen Ursegmentwand auch an der lateralen Veränderungen sich bemerkbar machten. Die Kerne der Epithelzellen gaben hier ihre Anordnung nahe der Oberfläche des Ursegments auf und lagerten sich regellos im Protoplasma. Bald darauf zeigt uns das Plasma der Epithelzellen die Neigung, sich zu verschieben. Die Form des einschichtigen Epithels wird zwar jetzt noch bewahrt, doch nehmen die einzelnen Zellen ungleiche Länge an, so dass, wie auch Rabl[1] hervorhebt, die Oberfläche der lateralen Ursegmentwand rauh erscheint (s. Figg. 9 und 7). Zuweilen senden die Zellen sogar Fortsätze aus, die nach dem Ectoderm hin sich stark zuspitzen. Weitere Veränderungen bestehen darin, dass die Intensität der Kerntheilungsvorgänge gegen früher gesteigert erscheint; auf die Bedeutung dieser Erscheinung für das dorsal und das nach hinten gerichtete Wachsthum des Ursegments haben wir bereits hingewiesen.

Ganz allmählich machen sich von jetzt an in der äusseren Ursegmentwand bezw. Myotomschicht Differenzirungsvorgänge bemerkbar, ähnlich denen, die ich in einer früheren Arbeit bei Vogelembryonen in der entsprechenden Zellschicht (ich nannte sie dort die epitheliale Schicht der Muskelplatte) beschrieben habe. Einzelne Epithelzellen nehmen Kugelform an und verlassen die äussere Myotomschicht, um sich in die Muskelschicht einzudrängen; hier wächst dann, wie Frontalschnitte zeigen, ihr Protoplasma unter Structuränderungen longitudinal aus; die frühere Epithelzelle wird zur primitiven Muskelfaser. Bei den Selachiern treten derartige Umwandlungen von Epithelzellen der äusseren Schicht zu Muskelfasern anfangs nur sporadisch auf; erst in einem späteren Stadium findet man sie in vollem Gange. Diesem Stadium entspricht Fig. 18, welche einen Querschnitt darstellt, durch ein Rumpfmyotom eines Torpedoembryo von 14 mm Länge. Pristiurus giebt dieselben Bilder. Man sieht nun an Fig. 18, wie die Epithelzellen der äusseren Myotomschicht in zweifacher Weise sich differenziren. Ein Theil der Zellen erfährt die soeben beschriebene Umwandlung zu Muskelfasern, indem er nach innen auswandert; diese Zellen sind kenntlich an ihrem hellen, nahe der Muskelschicht gelegenen Kern und der geringen Protoplasmamenge, die sie auf dem Querschnitt zeigen; das Plasma wächst eben in einer Ebene aus, welche zu der des Schnittes senkrecht steht. Der andere Theil der Zellen nimmt Sternform an und verlässt die Epithelschicht, um nach dem Ectoderm zu auszuwandern; er wird zu Bil-

[1] 28. S. 242.

dungsgewebe. Auf Fig. 18 enthält die äussere Myotomschicht noch undifferenzirte Epithelzellen, sehr bald sind auch diese theils zu Muskelfasern, theils zu Bildungsgewebe umgewandelt; im nächsten Stadium ist die äussere Myotomschicht verschwunden. Zwischen Ectoderm und Muskelschicht findet sich Bildungsgewebe, welches, aus der äusseren Myotomschicht entstanden, reichlichen Zuwachs erhält dadurch, dass von ventral her das aus den Seitenplatten stammende Bildungsgewebe hinaufwächst; bald wird dieser Theil des Bildungsgewebes, die Grundlage der Cutis, auch gefässhaltig.

Die dorsale Myotomkante wächst inzwischen beständig unter Muskelentwickelung weiter, und zeigt denselben Bau und denselben Differenzirungsmodus wie früher; sie führt an der Spitze undifferenzirte Epithelzellen (die Dohrn'schen Kuppelzellen), und von ihren beiden Schichten bildet nur die innere Muskelfasern, während die äussere jetzt noch epithelial bleibt und fortwährend die verbrauchten Kuppelzellen ersetzt. Die Wachsthumsrichtung der dorsalen Kante ist anfangs eine rein dorsale, erst wenn die Höhe des dorsalen Randes des Medullarrohrs erreicht ist, eine mediale; die Kanten der beiden Seiten des Embryo wachsen jetzt einander entgegen. Auch die dorsalen Kanten werfen, wie Dohrn entdeckte, Muskelknospen ab für die Rückenflossen; dies geschieht jedoch viel später als an der ventralen Kante; die Abschnürung der dorsalen Knospen findet sich erst bei Pristiuren von etwa 30 mm Körperlänge. Zur Zeit, wo diese Knospen abgeworfen werden, hat die dorsale Myotomkante die Mittellinie beinahe erreicht und ist von der anderen Seite nur durch eine Bindegewebsschicht getrennt, welche später verknorpelt; eine Vereinigung der gegenüberliegenden Myotome, wie dies an den Rumpfmyotomen ventral geschieht, kommt dorsal nicht zu Stande. In dem Stadium, von welchem wir reden, ist nun die Auflösung der äusseren Myotomschicht in den seitlichen Theilen des Embryo also nach aussen vom primaeren Seitenmuskel vollendet; Epithel, das aussen der Muskelschicht anliegt, enthält jetzt nur noch die dorsale Kante; bald löst sich nun auch dieses auf, und zwar in derselben Weise, wie dies oben beschrieben wurde. Ein Theil der Epithelzellen wandelt sich zu Muskelfasern um, die nun die äusserste Schicht der Musculatur bilden, der andere Theil wird zu Bildungsgewebe.

Noch vor Auflösung der Epithelschicht an der dorsalen Kante wird das dorsale Ende des Myotoms selbstständig (siehe Fig. 24). Die allmählich im Niveau der dorsalen Hälfte des Medullarrohrs sich vollziehende Abschnürung desselben vom primaeren Seitenmuskel beginnt sehr bald nach der Auflösung der äusseren Myotomschicht der Seitentheile. Die gesammte Rumpfmusculatur zerfällt jetzt in einen dorsalen, einen ventralen und einen Seitentheil: der letztgenannte ist der älteste.

Ist die Auflösung der äusseren Myotomschicht an der dorsalen Kante,

wo sie sich am längsten erhält, vollendet, so ist für das betreffende Ursegment der erste Entwickelungsabschnitt der Musculatur vollendet. Alle indifferenzirten Epithelzellen sind verbraucht, die Vermehrung der Muskelfasern erfolgt von jetzt an durch Abspaltung von den vorhandenen. Bekanntlich findet die Vermehrung der Muskelfasern vorzugsweise in den oberflächlichen Schichten statt. Es scheint demnach, als ob es nicht ohne Bedeutung sei, dass die oberflächlichste Schicht, wenigstens der Seiten- und Rückenmusculatur, einen anderen Ursprung besitzt als die tieferen Schichten. Diese sind im Allgemeinen hervorgegangen aus der medialen Ursegmentwand bezw. der inneren Myotomschicht, jene aus der lateralen Ursegmentwand bezw. der äusseren Myotomschicht, welche durch lange Entwickelungsperiode hindurch embryonales Muskelbildungsmaterial aufgespeichert hatte. Bei der Bauchmusculatur ist eine ähnliche Unterscheidung nicht durchzuführen, vielmehr stammt diese mittelbar ganz aus der lateralen Ursegmentwand, ist also genetisch in ihrer ganzen Ausdehnung der oberflächlichen Schicht der Seiten- und Rückenmusculatur gleichzustellen, während an ihr der den tieferen Schichten der Seiten- und Rumpfmusculatur entsprechende Theil fehlt.

Auf die specielle Entwickelung der Rumpfmusculatur bei Selachieren kann ich mich hier nicht einlassen. Zwar besitze ich einiges Material aus späten Entwickelungungsstadien, doch ist dasselbe zu spärlich, als dass ich es wagen könnte, die Befunde an den einzelnen Stadien untereinander und mit denen an erwachsenen Thieren zu vergleichen. Nur einen Punkt will ich hervorheben. Am Ende des ersten Entwickelungsabschnittes der Rumpfmusculatur zerfiel diese in drei Theile: Rücken-, Bauch- und Seitenmusculatur; der letztgenannte Theil entspricht dem allerältesten Theil der Musculatur, welcher schon in den frühesten Stadien functionirte und dessen Thätigkeit von Bedeutung war für den Stoffwechsel des Embryo. Betrachten wir nun ein vorgerücktes Entwickelungsstadium, wie es in Fig. 24 dargestellt ist: die Figur stammt von einem Torpedoembryo von 18 ^{mm} Länge. Hier zeigt die Rumpfmusculatur vier Theile statt den drei früher zu unterscheidenden. Die Seitenmusculatur ist nämlich im Begriff in einen ventralen und in einen dorsalen Theil geschieden zu werden, und zwar durch den N. lateralis. Dieser giebt, wie Fig. 24 zeigt, seine Lage unmittelbar am Ectoderm neben der Seitenlinie auf und dringt medialwärts in die Tiefe durch die Masse des primären Seitenmuskels hindurch diesen in zwei Theile trennend, die sich nicht wieder vereinigen. Die Lage welche der Nervus lateralis jetzt einzunehmen beginnt, besitzt er bekanntlich auch beim erwachsenen Thiere. Ferner ist in dem vorliegenden Stadium eine Trennung zwischen primaerer Bauch- und primaerer Seitenmusculatur erfolgt; von der Trennungsstelle aus, die der früher festgestellten Grenze zwischen den beiden

Muskelcomplexen entspricht, beginnt die ventrale Musculatur dorsalwärts zu wachsen: auf dem abgebildeten Schnitt ist sie an der Seitenlinie angelangt. Ventral von dieser besteht also die Musculatur eine Strecke weit aus 2 Schichten von denen die eine dem primaeren Seitenmuskel, die andere dem verlängerten primaeren Bauchmuskel angehört; dorsal von der Seitenlinie liegt der andere Theil des primaeren Seitenmuskels sowie die primaere dorsale Musculatur. Am erwachsenen Thiere nun bildet die Seitenlinie die Grenze zwischen den beiden Hauptmuskelgruppen, in welche hier die gesammte Rumpfmusculatur zerfällt; der secundaeren, dorsalen und der ventralen. Sucht man nach dem für den Embryo so wichtigen primaeren Seitenmuskel, so ergiebt sich, dass dieser für das erwachsene Thier ohne besondere Bedeutung ist, er ist zum Theil in der secundaeren dorsalen, zum Theil in der secundaeren ventralen Muskelgruppe aufgegangen.[1]

Am Schlusse dieses Capitels will ich die wichtigsten Momente in der Enstehung von animaler Musculatur aus den Rumpfursegmenten kurz zusammenfassen.

1. Die ersten Muskelfasern, dem primaeren Seitenmuskel zugehörig, entstehen in der Höhe der dorsalen Hälfte der Chorda aus dem Epithel der medialen Ursegmentwand, sowie der hinteren (caudalen) und der vorderen (cranialen) Umschlagskante. Die Umwandlung des Epithels zu Musculatur ergreift eine grössere Anzahl von Schichten gleichzeitig, die neugebildeten Muskelfasern beginnen sofort zu functioniren. Dann schreitet die Muskelbildung in der medialen Wand langsam dorsalwärts fort, während sich das Ursegment an seiner dorsalen Kante beständig verlängert. Ausserdem verlängert sich das Ursegment nach hinten; das hintere Ende der lateralen Wand faltet sich medialwärts ein, es erscheint zwischen der lateralen Wand und der Muskelschicht Epithel, auf dessen Kosten die Muskelschicht allmählich verstärkt wird.

2. Ventral von der Gegend, wo die ersten Muskelfasern auftraten, bis herab zum ventralen Rand der Aorta, lösen sich die Ursegmentwände mit Ausnahme der lateralen zu Bildungsgewebe auf; die Continuität der medialen Wand wird dadurch dauernd unterbrochen. Von der hinteren Kante bleibt der laterale Theil epithelial und liefert Muskelfasern, die den primaeren Seitenmuskel ventral vergrössern.

3. In der Höhe des ventralen Aortenrandes entsteht eine Continuitätstrennung der lateralen Ursegmentwand, der muskelbildende Theil des Ursegments, das Myotom, trennt sich von dem Theil, der den Excretionsapparat und zum Theil das Keimepithel zu liefern hat. Von der Trennungsstelle

[1] Vgl. zu diesem Abschnitt das Capitel *über die Rumpfmusculatur der Selachier* bei Maurer (23. S. 147).

aus schlägt sich das dem Myotom zugehörige Ende der lateralen Wand dorsal um, es entsteht am ventralen Ende des Myotoms ein von Epithel begrenzter Sack, die ventrale Myotomkante oder der ventrale Myotomfortsatz.

4. Die ventrale Myotomkante wächst ventralwärts aus indem sie sich zwischen Ectoderm und Somatopleura hinschiebt, sie liefert die primaere Bauchmusculatur und die Muskelknospen für Brust- und Beckenflosse, ihr Epithel geht vollkommen in Musculatur über.

5. Die frühere laterate Ursegmentwand erhält sich nach aussen vom primaeren Seitemuskel und an der dorsalen Kante lange Zeit als Epithel, später wird ein Theil der Epithelzellen zu Muskelfasern, die die oberflächlichste Schicht der Muskelmassen bilden; der andere Theil wird zu Bildungsgewebe.

6. Die dorsale Kante des Myotoms verlängert sich bis zur Mittellinie, wirft Muskelknopen ab für die Rückenflossen; ihre äussere Schicht differenzirt sich ebenso wie dies bei 5. beschrieben wurde, theils zu Musculatur, theils zu Bildungsgewebe. Die dorsale Kante, welche sich allmählich vom primaeren Seitenmuskel abschnürt, liefert die primaere dorsale Musculatur.

7. Wenn alles epitheliale Muskelbildungsmaterial aufgebraucht ist, hat man am Rumpfe 3 Muskelzüge zu unterscheiden: Eine dorsale, eine ventrale und eine Seitenmusculatur.

II. Die Ursegmente des Schwanzes.

Die Ursegmente des Schwanzes unterscheiden sich, wie wir schon anfangs sahen, von denen des Rumpfes hauptsächlich dadurch, dass sie nur Musculatur und Bildungsgewebe liefern, alle Theile, deren Homologa an den Rumpfursegmenten bei der Bildung des Excretions- und eines Theiles des Genitalapparates betheiligt sind, lösen sich im Schwanz zu Bildungsgewebe auf, ebenso wie die den Seitenplatten des Rumpfes entsprechenden Mesodermtheile in Form von Bildungsgewebe auftreten; dass bei der Abgliederung der Ursegmente Seitenplatten angelegt werden, sich aber sofort auflösen, haben wir oben gesehen.

Die Muskelentwickelung in den Schwanzursegmenten (von den hintersten, die bald nach ihrer Abgliederung vollständig abortiren, sehen wir ab) bis zur Abschnürung der Myotome geht nun im Wesentlichen in derselben Weise vor sich, wie im Rumpfe: es bildet sich zuerst eine Muskelschicht in der Höhe der Chorda, dann schreitet die Muskelbildung dorsal fort, und auch ventral bildet sich ein neues Stück Musculatur, nachdem sich eine hintere Wachthumszone entwickelt hat. Die zuletzt erwähnte ventrale Muskelschicht hängt im hinteren Abschnitte des Ursegments (siehe Fig. 20 links)

mit dem medial von ihr gelegenen Bildungsgewebe längere Zeit innig zusammen: Alles so wie am Rumpfe. Auch die Ausstossung des Bildungsgewebes aus der medialen Wand geht in derselben Weise vor sich wie dort, nur die zeitliche Reihenfolge der Vorgänge ist nicht dieselbe. Am Rumpfe sahen wir die Ausstossung des Bildungsgewebes erst beginnen, als die ältesten Muskelschichten ausgebildet waren und functionirten. An den Schwanzursegmenten erfolgt die Ausstossung des Bildungsgewebes schon während, zuweilen sogar vor Bildung der ersten Muskelfasern. Fig. 19 ist ein Schnitt durch den Schwanz eines Pristiurusembryo mit 87 Ursegmenten (12 mm), getroffen ist das 17., von hinten gerechnet. Man sieht hier, wie ein Theil der medialen Wand sich zu Bildungsgewebe aufgelöst hat, dieses sogar schon dorsal hinaufgerückt ist, während der muskelbildende Theil der medialen Wand noch epitheliale Form aufweist; wie wir oben sahen hat erst das 20. Ursegment, von hinten gerechnet, Muskelfasern. Ob übrigens, wenn einmal Muskelfasern sich gebildet haben, diese an den Schwanzursegmenten, namentlich den hintersten auch sogleich functioniren, wie dies am Rumpfe der Fall ist, bin ich nicht im Stande zu entscheiden.

Die Abschnürung der Myotome geschieht nun am Schwanze dadurch, dass die äussere Ursegmentwand an der Stelle, wo sie aufhört epithelial zu sein, von dem Bildungsgewebe, in welches sie dort überging, sich ablöst und dorsal umschlägt (Fig. 20 links). So bildet sich auch hier eine ventrale Kante, die sich bald ventral nach der Mittellinie zu verlängert. Muskelknospen werden in den vorderen Theilen des Schwanzes, im Gebiete der Analflosse, zwar abgeworfen, gelangen aber, wie P. Mayer gezeigt hat, nicht zur Entwickelung.

Da das Myotom am Schwanze keine Leibeshöhle zu umwachsen hat, so erreicht die ventrale Kante bald die Mittellinie; aus der ventralen Kante geht ein Muskelbündel hervor, welches anfangs mit dem aus der dorsalen Kante hervorgegangenen symmetrisch ist (Fig. 22).

Die äussere epitheliale Schicht des Myotoms differenzirt sich am Schwanze ebenso wie am Rumpfe theils zu Muskelfasern, theils zu Bildungsgewebe; mit dem Verschwinden der epithelialen Schicht schliesst auch hier der erste Hautabschnitt der Muskelentwickelung.

Um diese Zeit besteht die Schwanzmusculatur jederseits wie am Rumpfe aus 3 Abschnitten, einem dorsalen, einem seitlichen und einem ventralen; der ventrale hat jedoch am Schwanze eine andere Form als am Rumpfe (s. Fig. 22).

Der seitliche Muskelzug wird später, ebenfalls wie am Rumpfe, durch den medialwärts rückenden Nervus lateralis im Niveau der Seitenlinie in 2 Abschnitte getheilt. Dieser Process steht bei Fig. 22 unmittelbar

vor seinem Beginn, bei Fig. 23 ist er schon beendigt. An Fig. 23, die einen Querschnitt darstellt durch den Schwanz eines Torpedoembryo von 30 mm Länge, sieht man, wie von den beiden Abschnitten, in welche die seitliche Musculatur durch den jetzt in der Nähe der verknorpelnden Wirbelsäule liegenden Seitennerven getrennt worden ist, der ventrale sich stark vergrössert hat, der dorsale dagegen in der Entwickelung zurückgeblieben ist; der ventrale Abschnitt der Seitenmusculatur wird auch hier von der dorsal verlängerten ventralen Musculatur bedeckt.

III. Die vier vordersten Ursegmente.

Diese vier Ursegmente weichen in ihrer Differenzirung von dem allgemeinen Schema ab, das für sämmtliche Rumpfsegmente Gültigkeit hat (s. am Ende von Capitel I). Mit den Schwanzursegmenten sind sie insofern zu vergleichen, als auch sie nicht an der Bildung des Excretionsapparates betheiligt sind. Der den Seitenplatten des Rumpfes homologe Mesodermabschnitt ist im Mesodermtheile des vierten bis sechsten Visceralbogens zu suchen; die Abschnürung der Myotome der ersten vier Ursegmente von dem ventralen Mesodermabschnitt erfolgt bereits zu einer Zeit, wo die vierte bis sechste Visceralspalte noch nicht existirt. Axiales Bildungsgewebe liefern die vier ersten Ursegmente sämmtlich und zwar in derselben Weise, wie die übrigen, wie van Wijhe festgestellt hat in der Zeit, wo das 49. bis 57. Gesammtursegment entsteht. Als besondere, den drei vordersten Myotomen, bezw. Ursegmenten zukommende Eigenthümlichkeit ist zu erwähnen, dass denselben nach aussen und nicht wie allen übrigen Ursegmenten nach innen ein Ganglion anliegt: es ist das des Vagus.

Wir wenden uns jetzt zur Betrachtung der einzelnen Ursegmente und zwar in einem Stadium, wo sich die Myotome längst abgeschnürt haben; uns interessiren nur diese.

Das erste Myotom (das 6. van Wijhe's, s. Fig. 21*c*) liegt über dem vierten Visceralbogen. Es besteht aus nichts weiter, als aus den ältesten Schichten des primaeren Seitenmuskels, alles Uebrige hat sich zu Bildungsgewebe aufgelöst. Das Myotom besitzt also weder eine dorsale noch eine ventrale Kante und auch die äussere Myotomschicht verschwindet. Die anfangs gebildete Musculatur erhält daher keinen Zuwachs, man findet niemals mehr als spärliche Muskelfasern medial vom Vagus in der Höhe des ventralen Randes des Medularrohres. Diese Fasern erhalten sich lange Zeit, gehen aber später, wie van Wijhe glaubt, zu Grunde.

Das zweite Myotom (das 7. van Wijhe's), (s. Fig. 21*b*) liegt über dem 5. Visceralbogen, es hat ebenfalls keine ventrale Kante. Ventral von den ältesten Fasern des primaeren Seitenmuskels löst sich das ganze Segment

zu Bildungsgewebe auf, seine Musculatur reicht daher nicht weiter herab, als die des ersten Myotoms. Dagegen besitzt es eine dorsale Kante, die, nachdem sie über das Niveau des Vagusganglions hinausgewachsen ist, sich nach vorne krümmt und später selbständig wird (auf Fig. 21*b* ist links der Schnitt weiter vorn geführt, als rechts).

Das dritte Myotom (das 8. van Wijhe's) liegt über dem 6. Bogen, das vierte (das 9. van Wijhe's) über der 6. Spalte; dem dritten liegt in seinem vorderen Abschnitt noch der Vagus von aussen an. Der hintere Abschnitt des dritten, sowie das vierte liegt dagegen dem Ectoderm an, bezw. der hier beginnenden Seitenlinie. Fig. 21*c* stellt das vierte Myotom dar. Beide Myotome haben sowohl eine dorsale, als auch eine ventrale Kante, haben also den Bau der Rumpfmyotome. Nur entspricht die spätere Differenzirung der ventralen Kante nicht der der Rumpfmyotome, weil das dritte und das vierte Myotom noch vor der Pericardialhöhle liegt, die ventrale Kante also nicht in die Brustwand hineinwachsen kann. Das erste Myotom, welchem dies möglich ist, ist das fünfte, das 10. = 1. Rumpfmyotom van Wijhe's (s. Fig. 21*d*); dieses zeigt eine wohlausgebildete ventrale Kante, welche sich zwischen Ectoderm und parietalem Pericard vorwärts schiebt und der Mittellinie entgegenwächst. Nach van Wijhe bilden die ventralen Kanten der beiden letzten Kopfmyotome mit den entsprechenden Abschnitten der ersten Rumpfmyotome den M. coracohyoideus.

Nachdem ich die allgemeine Entwickelung der animalen Musculatur bei den Selachiern besprochen habe, ziehe ich zum Vergleich die übrigen Wirbelthierclassen herbei. Und zwar beschränke ich mich bei diesen mit Uebergehung der Producte der Occipitalursegmente auf denjenigen Theil der Musculatur, der aus den Rumpf- und den Schwanzursegmenten hervorgeht. Dass dieser Theil die gesammte Rumpf-, Schwanz- und Extremitätenmusculatur umfasst, eine Thatsache, die den älteren Embryologen nicht bekannt war, unterliegt heutzutage keinem Zweifel mehr. Die letzten Bedenken dagegen sind gewichen, seitdem Kollmann die wichtige Thatsache, dass ausser den Ursegmenten keine anderen Theile des Mesoderms an der Bildung der ventralen Rumpfmusculatur, sowie der Musculatur der Extremitäten sich betheiligen, auch für die höchststehenden Amnioten, die Säugethiere und den Menschen festgestellt hat.

Nur die specielle Form, unter welcher die Differenzirung der Ursegmente zur Musculatur erfolgt, ist bei den einzelnen Wirbelthierclassen verschieden. Diese Formen sollen im Folgenden dargestellt und am Schlusse

unter einander verglichen werden. Es wird sich dabei nicht vermeiden lassen, hie und da längst Bekanntes zu wiederholen.

Was ich über die allgemeine Entwickelung der Musculatur (und einzig um diese soll es sich auch im Folgenden handeln) und den allgemeinen Gesetzen, die dabei obwalten, bei den Selachiern gesagt habe, gilt im Wesentlichen auch für die übrigen Wirbelthierclassen. Als unwesentliche Abweichung will ich gleich hier erwähnen, dass bei den übrigen Wirbelthieren die zur Muskelbildung bestimmten Theile der Ursegmente, die Urwirbel,[1] in frühen Entwickelungsperioden selbständig werden, was bei Selachiern nicht der Fall ist. Ferner sei bemerkt, dass gelegentlich die Homologa der muskelbildenden Mesodermabschnitte, welche sonst in Schlauchform erscheinen, solid auftreten: so die Urwirbel der Teleostier, ferner das Homologon der 3. Kopfhöhle van Wijhe's bei Vögeln und Reptilien. Endlich mache ich darauf aufmerksam, dass während sonst die Höhle der Muskelschläuche, noch bevor die Muskelbildung beginnt, an der betreffenden Stelle obliterirt, bei Amphioxus die Urwirbelhöhle auch nach der Muskelbildung überall erhalten bleibt.

Ich bespreche jetzt die einzelnen Classen.

Amphioxus.

Ueber die Entwickelung des Amphioxus besitze ich keine eigenen Erfahrungen: ich muss mich daher darauf beschränken, die Resultate Hatschek's wiederzugeben.

Die ersten 14 Ursegmente von Amphioxus entstehen als hohle Ausstülpungen aus dem Entoderm, alle übrigen Ursegmente (Amphioxus lanceolatus besitzt nach Peters und Ray-Lankester 60—62 Körpersegmente) gliedern sich von einem undifferenzirten Mesodermstreifen ab, der ebenfalls aus dem Entoderm hervorgeht, aber schon im Stadium mit 14 Ursegmenten ebenso wie das Bildungsmaterial für den hinteren Theil der Chorda selbständig wird. Ich hebe diese Verhältnisse hervor, weil sich Amphioxus durch dieselben von allen übrigen Wirbelthieren unterscheidet; bei diesen bleibt, so lange sich überhaupt Ursegmente abgliedern, das Mesoderm an der Schwanzspitze mit Entoderm und Ectoderm in Verbindung.

[1] Um Unklarheiten zu vermeiden, erinnere ich an die verschiedene Bedeutung welche die drei Benennungen Ursegment, Urwirbel und Myotom haben: Der Name Ursegment umfasst alle Theile jedes einzelnen der durch die Segmentirung des Mesoderms hervorgegangenen Abschnitte. Als Urwirbel bezeichnet man den Theil jedes Ursegments, der die Anlage der animalen Musculatur und die des Sclerotoms enthält. Urwirbel treten bei Selachiern nicht selbständig auf. Myotom nennt man den Theil des Urwirbels, der nach Ausstossung des Sclerotoms übrig bleibt.



Die Ursegmente, deren vorderste sich bald vom Entoderm abschnüren, sondern sich nachträglich in Urwirbel und Seitenplatten. Die Urwirbel bestehen aus einem parietalen Theile, dem Cutisblatt, und einem medialen; dieses wieder besteht in der Höhe von Medullarrohr und Chorda aus dem Muskelblatt, ventral aus dem Sclerablatt. Parietaler und medialer Theil schliessen die Urwirbelhöhle ein. Die Muskelbildung beginnt, wenn im ganzen 10 Ursegmente vorhanden sind (zu einer Zeit, wo sich Urwirbel und Seitenplatten noch nicht getrennt haben), in der Höhe der Chorda und schreitet von hier dorsal fort. Larven mit 11 Ursegmenten sind schon im Stande zu zucken, doch erfolgen die Zuckungen nur auf Reiz, während die spontanen Bewegungen der Embryonen durch die Action der Geisselzellen geschehen, mit welchen die Ectodermzellen versehen sind. Hervorzuheben ist, dass die Urwirbelhöhle sich lange Zeit erhält, und dass das Cutisblatt unverändert bleibt.

Gegen Ende des Larvenzustandes schiebt sich eine Falte des Sclerablattes (die Sclerotomfalte) zwischen Chorda und Muskelschicht. Der laterale Theil der Falte bildet die Fascienschicht, welche sich an den Seitenmuskel anlegt, der mediale das scleletogene Blatt (die Chordascheide und deren neurale Fortsetzung). Cutisblatt und scleletogene Schicht, die bei allen Cranioten zu Bildungsgewebe werden, sind bei Amphioxus epithelial.

Zu erwähnen ist noch, dass alle aus dem Urwirbel entstandenen Gewebsschichten, mithin auch das Muskelblatt, später ventral herabrücken.

Petromyzon.

Die Differenzirung der Urwirbel bei Petromyzonten ist noch nicht erschöpfend dargestellt worden; da ich selbst nur wenige Exemplare dieser Classe untersuchen konnte, begnüge ich mich damit, dasjenige zusammenzustellen, was in der neuesten Arbeit über diesen Gegenstand, von Scott, darüber zu finden ist.

Bei Ammocoetes erfolgt die Abgliederung der Urwirbel und deren Abspaltung von den Seitenplatten gleichzeitig. Die Urwirbel bestehen aus einer inneren und einer äusseren Schicht, die innere bildet zum grössten Theile Musculatur, nur deren am weitesten ventral gelegenes Ende (die innere untere Kante des Urwirbels) bildet keine Musculatur, sondern schickt einen Fortsatz gegen die Chorda, welcher diesen, sowie das Rückenmark umwächst und später die Wirbelbogen bildet. Von der äusseren Schicht des Urwirbels giebt Scott an, dass auch sie später zu Musculatur sich umbilde, doch bleibt von ihr, wie ich mich überzeugt habe, lange Zeit eine sehr dünne, aus platten Epithelzellen bestehende Schicht übrig, welche

sich dem Ectoderm anlegt und sich, wie es scheint, später zu Bildungsgewebe auflöst.

Die Muskelentwickelung beginnt in der Höhe der Chorda und schreitet von hier dorsal und ventral fort, und zwar, wie Hertwig in seinem Lehrbuche angiebt, in der Weise, dass von denjenigen Zellen, die an der ventralen, sowie an der dorsalen Umschlagskante, den beiden Uebergangsstellen der inneren Urwirbelschicht in die äussere, liegen, fortwährend eine Neubildung von Muskelfasern stattfindet. In Einklang hiermit steht die Schilderung Dohrn's,[1] nach welcher sich bei Ammocoetes „Kuppelzellen“ sowohl auf der dorsalen, wie auf der ventralen Kante der Urwirbelmassen finden, die in embryonaler Form liegen bleiben, während sich alle übrigen Zellen des Urwirbels schon differenzirt haben. Bei Ammocoetes von 1—2 cm Länge wandeln sie sich in kleine Muskelbündel um; erst im Petromyzontenstadium aber werden diese zu kräftigen Muskeln, auf dem Rücken entwickeln sich die Kuppelzellen zu Muskeln der unpaaren Flosse.

Ob die ventrale Kante des Urwirbels von Ammocoetes der Selachier homolog ist, entbehrt noch des Beweises.

Ueber den Eintritt der ersten Bewegungen bei Petromyzon Planeri kann ich aus eigener Beobachtung angeben, dass dieselben einige Zeit vor dem Ausschlüpfen des jungen Ammocoetes aus der Eihülle eintreten, bei einer Länge des künstlich gestreckten Embryo von 3 mm. Hat man in diesem Stadium die Eihüllen entfernt, so liegen die Thierchen mit ihrem kugeligen, den Dotter enthaltenden Körperende am Boden des Gefässes, während sie mit dem Kopfe langsame nickende Bewegungen ausführen.

Indem ich die Ganoiden übergehe, über deren Entwickelung der Musculatur sich in der Litteratur (Salensky, Balfour) keine ausführführliche Darstellung findet, wende ich mich zu den

Teleostiern.

Von den Teleostiern habe ich hauptsächlich Forellenembryonen untersucht, daneben solche von einigen marinen Knochenfischen: Syngnathus, Gobius und Hippocampus. Die folgende Darstellung über die allgemeine Entwickelung der Musculatur bezieht sich auf die Forelle, welche die klarsten Bilder liefert.

Bei der Forelle sind die Urwirbel, noch bevor es bei ihnen zur Bildung der ersten Muskelfasern kommt, vollständig von den Seitenplatten abgeschnürt. Kurz vor Beginn der Differenzirung bieten sie auf dem Querschnitt ein Bild, wie es Fig. 28 wiedergiebt; es handelt sich hier um einen Embryo mit 15 Ursegmenten, bei welchem die Umwachsung des Dotters noch

[1] Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. IX.



nicht vollendet ist (Stadium G Henneguy's). Der Embryo liegt dem Dotter platt auf, sein dorsoventraler Durchmesser ist dem transversalen gegenüber gering. Der abgebildete Schnitt trifft eines der vordersten Urwirbelpaare. Fig. 28 zeigt Folgendes: der Querschnitt eines jeden Urwirbels hat etwa die Form eines sphaerischen Dreiecks, man kann eine dorsale, eine laterale und eine mediale Wand unterscheiden; die dorsale ist dem Ectoderm zugekehrt, die mediale berührt Medullarrohr und Chorda und reicht von der halben Höhe des Medullarrohres bis herab zum ventralen Rande der Chorda. Die laterale Wand berührt einerseits die Seitenplatten, in welchen noch kein Coelom wahrzunehmen ist, anderseits die für die Teleostier characteristische intermediäre Zellmasse Oellacher's deren Beziehung zur Blutbildung Wenckebach und Ziegler kennen gelehrt haben. Die intermediäre Zellmasse, ein Product der Seitenplatten, besteht in unserem Stadium noch aus einer rechten und einer linken Hälfte, beide haben sich in der Mittellinie, welcher sie zustreben, noch nicht vereinigt. Die Urwirbel, welche bei den Knochenfischen solid angelegt werden, zeigen auf unserer Entwickelungsstufe den von Henneguy hervorgehobenen Unterschied in der Anordnung der peripheren und centralen Zellen. Die Zellen der Peripherie sind in der Form eines einschichtigen Epithels angeordnet, während die des Centrums unregelmässig gelagert sind, man kann demnach von Rinde und Kern des Urwirbels reden. Die Rinde ist an der lateralen und dorsalen Wand durch eine scharfe Grenzlinie vom Kern abgesetzt. Eine eigentliche Urwirbelhöhle tritt jedoch niemals auf, wie auch Henneguy angiebt, im Widerspruch mit Hoffmann, der eine solche beschreibt. An Fig. 28 zeigt nun der rechte Urwirbel bereits die Anfänge von Muskelfaserbildung. Die Zellkerne der lateralen Wand erscheinen in der Höhe der Chorda im dersoventralen Durchmesser wie comprimirt, ähnlich wie dies im entsprechenden Stadium bei Selachiern an der medialen Ursegmentwand zu beobachten war. Von dieser Veränderung betroffen sind nur die Zellen der Rinde, während die des Kernes noch ihre frühere Form bewahrt haben.

Ein anderes Bild gewährt Fig. 29, ein Querschnitt durch dieselbe Körpergegend, welche Fig. 28 darstellte, aber im Stadium mit 31 Ursegmenten (4 mm). In der Zwischenzeit hat sich die Umwachsung des Dotters durch das Blastoderm vollzogen (zur Zeit, wo sie vollendet ist, hat nach Henneguy der Embryo 18—26 Ursegmente) und der Embryo ist nunmehr im transversalen Durchmesser verkürzt, im dorsoventralen dagegen beträchtlich verlängert, ein Process, durch welchen Lage und Form der einzelnen Primitivorgane zum Theil stark alterirt worden sind. Die, wie früher, der Oberfläche des Dotters parallel laufenden Seitenplatten liegen jetzt nicht mehr lateral, sondern ventral von den Urwirbeln und sind von

diesen durch den inzwischen aufgetretenen Urnierengang getrennt. Somato- und Splanchnopleura sind von einander geschieden, wenn auch eine eigentliche Leibeshöhle noch fehlt. Auf der rechten Seite der Figur sind in der Splanchonopleura „Keimzellen“ wahrzunehmen. Die intermediäre Zellmasse jeder Seite hat sich mit der der anderen vereinigt, die Umwandlung ihrer Zellen zu rothen Blutkörperchen hat noch nicht begonnen. Auf dem Querschnitt sind ferner die Anfänge einer Aorta wahrzunehmen, zwischen ihr und der Chorda ist eine Hypochorda entstanden, durch Abschnürung aus dem Entoderm zu einer Zeit, wo dieses noch die Chorda berührte; endlich hat sich aus dem Entoderm der Darmcanal differenzirt.

Was nun die Urwirbel betrifft, so sind auch diese durch die allgemeine Formveränderung des Embryo in Mitleidenschaft gezogen, sie sind aus einem dreieckigen Prisma zu einer Doppelplatte geworden, welche einen geringen Querdurchmesser, dagegen einen beträchtlichen dorsalventralen Durchmesser aufzuweisen hat. Die Urwirbel reichen jetzt von der Grenze des mittleren und dorsalen Drittels des Medularrohres bis in die intermediäre Zellmasse, weit unter den ventralen Rand der Chorda herab. An Fig. 29 stellen rechter und linker Urwirbel zwei verschiedene Differenzirungsstadien dar; ich beschreibe zunächst den linken, weniger weit differenzirten Urwirbel. Derselbe ist noch allseitig geschlossen, wie im Stadium von Fig. 28. Von den zwei Lamellen der Doppelplatte entspricht die mediale der früheren medialen Wand, die laterale der früheren lateralen und dorsalen; die laterale Lamelle ist einschichtig und besteht aus hohen, cylinderförmigen Epithelzellen, die mediale ist mehrschichtig und enthält, in einer Ausdehnung vom ventralen Drittel des Medularrohres bis zur Höhe der Aorta, den primaeren Seitenmuskel. Die Muskelfasern sind hervorgegangen aus den Epithelzellen des medialen Theiles der Urwirbelrinde und aus den Zellen des Kernes, und zwar in der Weise, dass, wie die rechte Seite von Fig. 29 zeigt, sich zuerst die der Chorda am nächsten liegenden Zellen der Rinde zu primitiven Muskelfasern umgewandelt haben, und dass der Process erst später allmählich auch die Zellen des Kernes ergriffen hat. Die Umwandlung erfolgt in derselben Weise, wie es bei den Selachiern ausführlich geschildert wurde. Unter den ebenfalls dort beschriebenen Structurveränderungen des Kernes wachsen die Zellen im Längsdurchmesser des Embryo zu primitiven Muskelfasern aus, von denen jede einzelne die ganze Länge eines Ursegmentes einnimmt. Die mediale Lamelle des Urwirbels besteht im vorliegenden Stadium an ihrem ventralen, sowie an ihrem dorsalen Ende aus nicht differenzirtem Epithel, das durch Umschlagskanten continuirlich in die laterale, ebenfalls epithelialen Lamelle übergeht.

An der linken Seite von Fig. 29 berührt die mediale Lamelle des Urwirbels Chorda und Hypochorda: wenden wir uns aber zur rechten Seite

der Figur, so sehen wir, wie eine Zellmasse, die sich nach Form und Anordnung der Zellen als Bildungsgewebe erweist, zwischen primaerem Seitenmuskel einerseits, Chorda und Hypochorda anderseits hinaufschiebt, und schon den ventralen Rand des Medullarrohres erreicht hat. Diese Zellmasse steht ventral von der Muskelschicht in Verbindung mit dem Urwirbel; an der Verbindungsstelle deuten zahlreiche Kerntheilungsfiguren mit schräg dorsal und medial gerichteten Polaxen auf lebhafte Zellvermehrung. Es kann nun keinem Zweifel unterliegen, dass das beschriebene Bildungsgewebe aus dem bei der Bildung des primaeren Seitenmuskels epithelial gebliebenen ventralen Ende der medialen Urwirbellamelle stammt, welches an Fig. 29 links mit *B* bezeichnet ist. Wir hätten also hier das „Sclerotom“ der Teleostier vor uns, welches im Begriff ist, abgestossen zu werden.

Es macht einige Schwierigkeiten, sich über die soeben besprochenen Verhältnisse klar zu werden, und zwar hauptsächlich deswegen, weil bei den Knochenfischen die einzelnen Primitivorgane sich hart aneinander drängen. Haben nun zwei derselben ungefähr denselben Bau, so ist es nicht leicht die Grenze der beiden festzustellen, und dies trifft im vorliegenden Stadium zu für das Sclerotom einerseits, die intermediäre Zellmasse anderseits. Beide von einander zu trennen, gelingt nur während des kurzen Zeitraums, wo das austretende Sclerotom noch in Verbindung mit dem Urwirbel steht; wenn sich bald darauf dieser Zusammenhang löst und gleichzeitig das Sclerotom sich auflockert, um sich dorsal vorzuschieben, so macht es den Eindruck, als seien Sclerotom und intermediäre Zellmasse eins, jene also aus dieser hervorgegangen. Solche Bilder sind nicht zu verwerthen, wenn es gilt, die Herkunft des Sclerotoms festzustellen, maassgebend ist da einzig das auf Fig. 29 abgebildete Stadium. Vergleichen wir die Verhältnisse der Teleostier mit denen der Selachier, so ist auffällig bei den Teleostiern die Mächtigkeit des primaeren Seitenmuskels einerseits, die geringe Masse des Sclerotoms anderseits.

Durch die Ablösung des Sclerotoms vom Urwirbel erfährt der letztere eine Continuitätstrennung ventral von der Muskelschicht an der Fig. 29 rechts mit + bezeichneten Stelle, die Muskelschicht einerseits, die laterale Urwirbellamelle anderseits endigen in diesem Moment jede mit einem freien Rande.[1] Ausgeglichen wird nun die Continuitätstrennung dadurch, dass diese beiden freien Ränder sich vereinigen, wobei sich das ventrale Ende der lateralen Lamelle dorsal umschlägt. Dieser Vorgang entspricht der „Abschnürung des Myotoms“ bei Selachiern, wobei allerdings ein Unterschied zwischen Selachiern und Teleostiern zu constatiren ist; bei diesen

[1] Vgl. das Schema Fig. 37 *b*.

schnürt sich das Myotom nur vom Sclerotom ab, bei jenen zugleich auch von Mittel- und Seitenplatten; bei Teleostiern hat sich die Abschnürung von den Mittel- und Seitenplatten bereits vorher, als die Urwirbel selbständig wurden, vollzogen. Um Wiederholungen zu vermeiden, erwähne ich schon hier, dass die entsprechenden Vorgänge bei den höheren Classen (Amphibien, Amnioten) nach dem für die Teleostier geschilderten Typus sich abspielen.

Um jetzt bei den Teleostiern zu bleiben, so besteht deren Myotom aus einer medialen und einer lateralen Lamelle; erstere besteht aus dem primaeren Seitenmuskel, letztere ist zunächst nicht differenzirt; ferner aus einer dorsalen und einer ventralen Kante. Jene ist identisch mit der dorsalen Kante des Urwirbel, diese hat sich nach der Ausstossung des Sclerotoms neu gebildet und besteht, wie bei den Selachiern, aus dem dorsal umgeschlagenen Ende der lateralen Urwirbellamelle.

Sehr bald nach dem in Fig. 29 dargestellten Stadium treten im primaeren Seitenmuskel die ersten Fibrillen auf. Die Fibrillen sind bei den Teleostierembryonen entweder zu Platten oder zu Röhren angeordnet, und zwar erscheinen im primaeren Seitenmuskel die Fibrillen zuerst in Plattenanordnung, erst später wandeln sich die Platten zu Röhren um (s. Fig. 32, welche nur Platten und noch keine Röhren zeigt). Da also immer die jüngsten Muskelfasern Fibrillenplatten, die älteren Fibrillenröhren haben, so kann man an der Anordnung der Fibrillen das Alter der Muskelfasern erkennen, ein Maassstab, der sich weiter unten bewähren wird. Uebrigens gilt die soeben ausgesprochene Regel nicht für diejenigen Muskelschichten, die sich dorsal und ventral vom primaeren Seitenmuskel bilden; hier erscheinen die Fibrillen von Anfang an zu Röhren angeordnet. Einen Maassstab für das Alter der Muskelfasern bietet hier der Umfang der Röhren, der mit dem Alter der Fasern zunimmt.

Bald nachdem die ersten Fibrillen erscheinen, zeigen die Teleostierembryonen auch die ersten Bewegungen; ich habe den Zeitpunkt ihres Eintritts für Forellenembryonen genauer festgestellt. Der älteste von denen, die noch keine Spur von Bewegungen zeigten, hatte 49 Ursegmente (4·5 ^{mm}),[1] der jüngste der sie zeigte hatte deren 56 (5 ^{mm}). Die Bewegungen bestehen in anfangs schwachen, später stärkeren Zuckungen, die unregelmässig, in ungleich langen, oft sehr beträchtlichen Zwischenräumen erfolgen, sie sind also verschieden von den langsameren und rhythmisch erfolgenden Bewegungen der Selachierembryonen.

Die Myotome wachsen nun beständig dorsal und ventral weiter, und mit ihnen breitet sich die Musculatur aus. Die Bildung neuer Muskel-

[1] Die Maasse beziehen sich auf die Embryonen im conservierten Zustand.



fasern erfolgt dorsal anfangs auf Kosten derjenigen Epithelzellen der medialen Lamelle, die dorsal von der ältesten Muskelschicht übrig geblieben waren, später durch Nachrücken von Zellen an der dorsalen Kante, die in dem Maasse, als sie zur Muskelbildung verbraucht werden, aus der lateralen Lamelle ersetzt werden; die auf diese Weise entstehende Muskelschicht ist die primaere dorsale Musculatur. Ventral vom primaeren Seitenmuskel erfolgt die Bildung neuer Muskelfasern, die primaere ventrale Musculatur, durch Auswachsen und Differenzirung der ventralen Kante, deren Entstehung aus der lateralen Lamelle des Urwirbels wir oben festgestellt haben.

Das Verhalten der ventralen Myotomkante (des ventralen Myotomfortsatzes nach Maurer) ist ein verschiedenes, je nachdem das betreffende Myotom dem Rumpf oder dem Schwanz angehört. Ueber die Zahl der Myotome, die jeder dieser beiden Abschnitte enthält, ist Folgendes zu sagen. Im Ganzen gelangen bei der Forelle 65—70 Ursegmente zur Abgliederung; von diesen gehören 30 der Occipital- und Rumpfregion, die übrigen der Schwanzregion an. Die Abgliederung selbst erfolgt ähnlich wie bei den Selachiern in der Nähe der Schwanzknospe (Schwarz), d. h. einer an der Schwanzspitze gelegenen, nicht differenzirten, von Hornblatt überzogenen Zellmasse, in welche Medullarrohr, Entoderm, Chorda und die seitlichen Mesodermstreifen übergehen; kurz nachdem die Abgliederung der Ursegmente aufgehört hat, löst sich der Rest der Schwanzknospe zu Bildungsgewebe auf.

Die folgenden Schilderungen beziehen sich auf Myotome des Rumpfes. Wir wenden uns zunächst zu Fig. 30, einem Querschnitt, der einem Embryo von 7 ^{mm} Länge entnommen ist. Somato- und Splanchnopleura bestehen jetzt im Allgemeinen aus einem niedrigen Plattenepithel, sie sind auseinandergewichen und geben so einer geräumigen Leibeshöhle Raum, die sich zwischen Dotteroberfläche und Ectoderm ausbreitet. Die Splanchnopleura ist in Beziehung getreten zum Darmcanal, aus der Somatopleura sieht man an einer umschriebenen Stelle, unmittelbar ventral vom Myotom, Bildungsgewebe austreten. Im Uebrigen sind die Urnierengänge der Mittellinie nahe gerückt, die intermediaere Zellmasse ist verschwunden, da sich ihre Elemente zu rothen Blutkörperchen umgebildet haben, die jetzt schon in die Circulation gelangt sind; an ihrer Stelle finden sich Bildungsgewebe und Gefässe. Die Myotome sind von den axialen Organen durch Bildungsgewebe getrennt, welches schon soweit dorsal reicht, dass es das Medullarrohr umhüllt; die Myotome selbst reichen bis zum dorsalen Rande des Medullarrohrs. Wenn wir ihren Bau betrachten, so fällt zunächst eine Veränderung auf, die an der lateralen Lamelle eingetreten ist; diese bestand im Stadium von Fig. 29 aus einem einschichtigen Cylinderepithel; jetzt findet sich an Stelle des Cylinderepithels ein Plattenepithel, und medial von

diesem eine Schicht von primitiven Muskelfasern die plattenförmig angeordnete Fibrillen besitzen. Da nun die übrigen, mehr medial gelegenen, Fasern des primaeren Seitenmuskels in diesem Stadium bereits röhrenförmig angeordnete Fibrillen besitzen, so ist der früher aufgestellten Regel zu Folge jene am weitesten lateral gelegene Muskelschicht als eine jüngere, neu entstandene anzusehen. Fragt man nach ihrem Ursprunge, so stehe ich nicht an, dieselbe aus der lateralen Myotomlamelle abzuleiten. Das Cylinderepithel, aus welchem dieselbe früher bestand, hat sich differenzirt, in jene dünne Plattenepithelschicht einerseits, anderseits in die medial davon gelegene junge Muskelschicht. Als Stütze für diese Auffassung führe ich an, dass sich thatsächlich zwischen dem Stadium von Fig. 29 und dem von Fig. 30 ein Stadium findet, in welchem in der lateralen Myotomlamelle gehäufte Zelltheilungsfiguren auftreten und Zellen aus der Epithelschicht medialwärts ausgeschaltet zu werden scheinen.[1]

Das nächstfolgende Entwickelungsstadium stellt Fig. 31 dar, entnommen einem Embryo von 14 mm Länge, der kurz vor dem Ausschlüpfen steht. Das Myotom überragt hier mit seiner dorsalen Kante das Medularrohr, die dorsale Kante strebt der Mittellinie zu. Der ventrale Fortsatz ist ventral zwischen Ectoderm und Somatopleura herabgewachsen. Gegen das Ectoderm hin begrenzt wird das Myotom immer noch durch die Plattenepithelschicht, den Rest der lateralen Lamelle. Diese Schicht reicht von der dorsalen Kante über den primaeren Seitenmuskel hinweg bis nahe an das Ende des ventralen Fortsatzes. Was den primaeren Seitenmuskel betrifft, so hat dieser bedeutend an Masse zugenommen und besteht aus zwei ungleichen Schichten: einer medialen mächtigen mit starken Durchschnitten von Fibrillengruppen versehenen und einer lateralen unmittelbar unter der Plattenepithelschicht gelegenen Muskelschicht, die sich durch regelmässig in einer Reihe angeordnete Fibrillengruppen von geringem Querschnitt von der Hauptmasse des Muskels abhebt. Durch einen Vergleich mit Fig. 30 erweist die laterale Muskelschicht sich als ein späteres Entwickelungsstadium jener jungen Muskelschicht, deren Fibrillen dort noch plattenförmig angeordnet waren, und die aus der lateralen Myotomlamelle hervorgegangen war. Im Uebrigen ist auf Fig. 31 der primaere Seitenmuskel in der Höhe der inzwischen aufgetretenen Seitenlinie in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt getrennt. Der ventrale Myotomfortsatz ist im Stadium von Fig. 31 schmal, er enthält in seinem dorsalen Theile ebenfalls zwei Schichten, von denen die laterale dieselben Eigenthümlichkeiten zeigt, wie die entsprechende Schicht des Seitenmuskels. Im ventralen Theile des Fort-

[1] Dass das frühere Cylinderepithel später in ein Plattenepithel übergeht, erwähnt schon Ehrlich (9).



satzes, welcher an seinem Ende verdickt ist, haben sich noch keine Muskelfasern differenzirt. Zwischen dem Plattenepithel, das das Myotom begrenzt, und dem Ectoderm findet sich einiges Bildungsgewebe, welches in der Nähe der Seitenlinie etwas stärker angehäuft ist; hier finden sich auch Gefässdurchschnitte. Jenes Bildungsgewebe kann nicht aus der Plattenepithelschicht hervorgegangen sein, denn diese hat ihre Continuität bewahrt und zeigt auch keine Spur von Zellvermehrung, vielmehr stammt es aus der Somatopleura, aus welcher im Stadium von Fig. 30 Bildungsgewebe auszutreten im Begriffe war; dieses hat sich später allmählich zwischen Myotom und Ectoderm ausgebreitet.

In einem noch späteren Stadium, bei einer Forelle von 2 ^{cm} Länge, bei welcher der Dottersack stark reducirt ist, hat der ventrale Myotomfortsatz sehr an Masse zugenommen und hat die Mittellinie erreicht; ebenso hat sich aus der dorsalen Kante eine dorsale Muskelmasse ausgebildet, welche das Muskelrohr weit überragt und mit dem entsprechenden Myotomabschnitt der anderen Seite zusammenstösst. Von der lateralen Plattenepithelschicht ist nichts mehr wahrzunehmen, dieselbe hat sich zu Bildungsgewebe aufgelöst, dessen Elemente sich mit demjenigen Bildungsgewebe, welches schon vorher zwischen Myotom und Ectoderm sich befand, vermischt haben. Die allgemeine Entwickelung des Muskelsystems hat ihr Ende erreicht.

Wie er am Rumpfe die primaere Bauchmusculatur bildet, so bildet der ventrale Myotomfortsatz am Schwanze der Teleostierembryonen die primaere ventrale Schwanzmusculatur: im Wesentlichen ebenso wie bei den Selachiern, weshalb es nicht nöthig ist, speciell auf die Entwickelung dieses Abschnittes der Musculatur einzugehen.

Zum Schlusse ist noch Einiges zu sagen über die Entstehung der Flossenmusculatur bei den Teleostiern. Von den Anlagen der Flossen erscheint hier am frühesten die des Brustflossenpaares, und zwar bemerkt man zuerst an Embryonen mit 45—50 Ursegmenten gleich hinter dem Kopfe eine Verdickung des Ectoderms, welche dadurch zu Stande kommt, dass die Epithelzellen des betreffenden Ectodermabschnittes höher werden. Die Verdickung beginnt unmittelbar ventral von der beinahe gleichzeitig erscheinenden Seitenlinie in der Höhe der centralen Myotomkante, gerade an der Stelle, wo das Ectoderm einen rechten Winkel bildet, um von der eigentlichen Embryonalanlage auf den Dottersack überzugehen. Da dieser Uebergang direct und nicht, wie bei Selachiern durch Vermittelung eines Nabelstranges geschieht, so liegt die Anlage der Brustflosse scheinbar ausserhalb der Embryonalanlage (s. Fig. 32). Entsprechend der Ectodermverdickung entsteht auch eine Verdickung der parallel zum Ectoderm verlaufenden Somatopleura; die Zellen derselben nehmen an Höhe zu,

und bald wird die Somatopleura mehrschichtig; dann lockern sich die Zellen an der verdickten Stelle auf und erfüllen nun den Zwischenraum zwischen der Ectodermverdickung und der die Leibeshöhle begrenzenden Zellschicht der Somatopleura; so entsteht die Sceletanlage der Flosse.

Im Stadium mit 50—60 Ursegmenten, zur Zeit, wo der Embryo die ersten Bewegungen ausführt, erscheint nun auch die Anlage der Brustflossenmusculatur, sie entsteht aus der ventralen Myotomkante, wie Fig. 32 zeigt. Die Figur stellt einen Querschnitt dar durch die Gegend der Brustflossen von einem Embryo mit 57 Ursegmenten, also einem Stadium, das zwischen den Figg. 29 und 30 liegt. An der linken Seite der Figur sieht man, wie der ventrale Myotomfortsatz sich verdickt hat und ein Stück in die Anlage der Flosse hineinragt; auf der rechten Seite hat sich der ganze Fortsatz vom Myotom losgelöst und ist in die Flossenanlage hineingerückt. Wie viele Myotome auf diese Weise an der Bildung der Brustflossenmusculatur sich betheiligen, weiss ich nicht, ich bemerke nur, dass keines der betheiligten ventrale Rumpfmusculatur bildet.

Die gesammte Anlage der Brustflossen nimmt rasch an Höhe zu und zwar steht die Wachsthumsrichtung senkrecht zur Dotteroberfläche. Während des Wachsthums wird die Muskelanlage in zwei Theile gespalten, von denen der eine medial, der andere lateral von der central gelegenen Sceletanlage sich befindet. Die Zellen der Muskelanlage wachsen allmählich parallel der Sceletanlage aus, so dass Querschnitte durch den Embryo die Muskelfasern längs treffen. Die Brustflossen bilden lange Zeit die einzige paarige Flossenanlage des Teleostierembryo; erst bei Embryonen von 14 ^{mm}, bei welchen die Brustflossenmusculatur schon schwach functionirt, erscheint die Sceletanlage der beiden Beckenflossen. Schwanz-, Rückenflossen und Afterflosse waren schon vorher durch Hautduplicaturen, bezw. Hautverdickungen angedeutet. Was die Muskelanlagen dieser Flossen betrifft, so hat schon Dohrn (Studien, IX) gezeigt, dass die Musculatur der Analflosse der Teleostier aus „Muskelknospen“, wie sie bei den Selachiern für die paaarigen Flossen vom Myotom abgeworfen werden, entsteht; die Beckenflossen der Teleostier dagegen erhalten nach Dohrn ihre Musculatur direct aus den Myotomen, indem diese in die Sceletanlage hineinwachsen, und zwar erst nachdem weiter hinten die Muskelknospen für die Analflosse abgeworfen sind. Die Dorsalflossen endlich erhalten, wie ich feststellen kann, bei einer Körperlänge der Forelle von 2 cm ihre Musculatur dadurch, dass das dorsale Ende der Myotome sich abschnürt und in die Flossenanlage hinaufrückt.

Ich recapitulire kurz das über die Muskelentwickelung der Teleostier Gesagte. Die Urwirbel der Knochenfische bestehen aus Rinde und Kern; an der Rinde unterscheidet man einen medialen und einen lateralen Theil:

der primäre Seitenmuskel entwickelt sich aus dem medialen Theile der Rinde und aus dem ganzen Kern, und zwar beginnt die Entwickelung in der Mitte der medialen Lamelle, in der Höhe der Chorda, und schreitet von hier dorsal fort; ventral von der Muskelschicht bleibt ein Stück Epithel erhalten, das sich später zu Bildungsgewebe auflöst, es ist das Sclerotom. Wenn dieses ausgestossen ist, schlägt sich das ventrale Ende der äusseren Urwirbellamelle dorsal um und bildet den ventralen Myotomfortsatz, aus dem die ventrale Musculatur von Rumpf und Schwanz und die Flossenmusculatur hervorgeht; die dorsale Musculatur bildet sich aus der dorsalen Myotomkante, auf Kosten des dorsalen Endes der lateralen Lamelle. Der zwischen ventraler und dorsaler Kante gelegene Theil der lateralen Lamelle besteht anfangs aus einem einschichtigen Epithel von hohen Cylinderzellen, später differenzirt sie sich zu einer Muskelschicht und einer das Myotom begrenzenden Plattenepithelschicht. Noch später löst sich dieses Plattenepithel zu Bildungsgewebe auf und bildet mit anderen zelligen Elementen zusammen, die aus der Somatopleura hervorgegangen sind und schon vorher zwischen das Plattenepithel und das Ectoderm hineingerückt waren, die Cutis.

Die Bemerkungen, welche Maurer[1] über die Entwickelung der Bauchmusculatur der Teleostier veröffentlicht hat, stimmen in den meisten Punkten mit meinen Resultaten überein, nur kann ich in einem wesentlichen Punkte mit Maurer nicht übereinstimmen, nämlich in seiner Auffassung von der Entstehung des ventralen Myotomfortsatzes. Ich werde hierauf im nächsten Capitel eingehen.

Amphibien.

Ueber die Muskelentwickelung der urodelen Amphibien giebt die soeben erwähnte Arbeit von Maurer werthvolle Aufschlüsse. Ich beginne sofort mit der Darstellung von Maurer's Resultaten: Die Urwirbel der Amphibien stehen anfangs mit den Seitenplatten in Verbindung, das Coelom communicirt mit der Urwirbelhöhle; aber noch bevor es zur Bildung von Muskelfasern kommt, trennen sich beide Theile. Maurer unterscheidet am Urwirbel eine laterale einschichtige und eine mediale mehrschichtige Lamelle und ventral von dieser das Sclerotomdivertikel. Dieses Divertikel löst sich zu Bildungsgewebe auf und es bleibt vom Urwirbel die Rabl'sche Hautmuskelplatte (unser Myotom) übrig. Das Myotom streckt sich, d. h. es verlängert sich im dorsoventralen und verschmälert sich im transversalen Durchmesser, die Myotomhöhle wird dabei reducirt. Der laterale ventrale

[1] 23. S. 152 ff.

Winkel beginnt nun auszuwachsen in Form eines soliden Zellzapfens, in den die Myotomhöhle ein Stück hineinragt. Aus der mehrschichtigen[1] lateralen Lamelle des Myotoms entsteht nun die älteste Musculatur (unser primaerer Seitenrumpfmuskel), der auswachsende laterale und ventrale Winkel (der Myotomfortsatz) bildet die Bauchmusculatur. Dieser Fortsatz besteht aus zwei Schichten: einer lateralen und einer medialen; die laterale fasst Maurer auf als Fortsetzung der lateralen Urwirbellamelle (des Cutisblattes), die mediale als Fortsetzung der Muskelschicht des eigentlichen Myotoms. Hier ist nun die Frage aufzuwerfen, ob nicht, wie bei Teleostiern und Selachiern, auch bei Amphibien beide Schichten aus der lateralen Lamelle abzuleiten sind; ist doch auch hier durch die Abstossung des Sclerotoms, ventral vom primaeren Seitenmuskel, genau so wie bei den Teleostiern, eine von der ventralen Grenze der Muskelschicht bis an das ventrale Ende der lateralen Lamelle reichende Continuitätstrennung des Urwirbels entstanden. Bei den Teleostiern wird die Continuitätstrennung dadurch ausgeglichen, dass die laterale Urwirbellamelle sich soweit dorsal umschlägt, dass sie den ventralen Rand der Seitenmuskelschicht berührt. Es ist kein Grund vorhanden, warum bei Amphibien der ventrale Myotomfortsatz anders entstehen sollte, als bei allen anderen Wirbelthierclassen; denn auch bei den Amnioten entsteht, wie Kollmann gezeigt hat, die ventrale Musculatur aus der äusseren (lateralen) Myotomlamelle. Maurer selbst homologisirt den ventralen Urwirbelfortsatz der Amphibien mit dem der Teleostier; diese Homologisirung wäre unberechtigt, würden die verglichenen Primitivorgane bei der einen Classe anders entstehen, als bei der anderen. Uebrigens widersprechen auch die Bilder vom ventralen Myotomfortsatz der Amphibien, welche Maurer auf seiner Tafel VI giebt, meiner Auffassung von seiner Entstehung nicht; Fig. 8 scheint sogar dafür zu sprechen. Ich selbst habe den Versuch gemacht, mir über die Bildung des ventralen Myotomfortsatzes bei Amphibien Klarheit zu verschaffen, bin aber zu keinem sicheren Resultate gelangt, weil mir keine urodelen Amphibien zur Verfügung standen, und ich mich auf die Untersuchungen unserer einheimischen Batrachierlarven beschränken musste, von denen man in frühen Entwickelungsstadien ihres grossen Dotterreichthums wegen keine klaren Schnittbilder erhält.

Um zum ventralen Myotomfortsatz zurückzukehren, so wird bei urodelen Amphibien seine mediale Schicht zu Musculatur (nach Maurer dem

[1] Vergleicht man die Urwirbel der Amphibien und Teleostier, so ergiebt sich, dass die mehrschichtige mediale Lamelle der Amphibien der einschichtigen medialen Lamelle der Teleostier + dem Urwirbelkern entspricht. Man sieht an diesem Beispiel, wie der Kern des Urwirbels, wo er auftritt, nur losgelöste Schichten der Rinde darstellt.



M. obl. internus), die laterale löst sich ebenso wie die laterale Schicht des Myotoms selbst zu Bildungsgewebe auf. Übrigens erstreckt sich diese Doppelschichtigkeit nicht über den ganzen Fortsatz, sie fehlt an seinem ventralen Ende. Dieses verdickt sich, wie der entsprechende Theil des Forellenembryo, kolbenförmig; von ihm ausgehend, entwickelt sich eine neue Muskelschicht, die dorsal hinaufwächst, lateral die älteste Bauchmuskelschicht, sowie den Seitenmuskel überziehend, und sich in der Höhe der Seitenlinie mit einer von der dorsalen Kante des Myotoms herabwachsenden Muskelschicht vereinigt. Diese neugebildete Muskelschicht, den M. obliquus externus profundus, homologisirt Maurer mit der lateralen Muskelschicht der Forellenembryonen, doch entsteht diese, wie wir sahen, anders, nämlich an Ort und Stelle durch Differenzirung aus der lateralen Myotomschicht.

Die laterale Myotomschicht löst sich nach Maurer vollständig zu Bildungsgewebe auf; übrigens hebt Maurer ausdrücklich hervor, dass auch die Somatopleura Bildungsgewebe liefert, die Bindegewebszellen zwischen ventralem Myotomfortsatz und Ectoderm, also doppelten Ursprunges sein können.

Der ventrale Myotomfortsatz der Urodelen umwächst nun allmählich die ganze Bauchwand und sondert sich dabei in eine Reihe von Schichten, deren Aufzählung nicht in den Rahmen dieser Abhandlung gehört.

Anders als bei urodelen Amphibien verhält sich der ventrale Myotomfortsatz bei anuren, wie ich an Larven von Rana feststellen konnte. Hier löst er sich sehr bald in sämmtlichen Rumpfsegmenten von dem eigentlichen Myotome ab (nicht wie bei Urodelen nur in den vordersten) und bleibt, ohne sich zunächst zu vergrössern, neben der Somatopleura liegen. Man erhält daher im ganzen Rumpfe Bilder, wie sie Maurer von einem der vordersten Segmente von Siredon giebt (Maurer's Taf. IV. Fig. 15), nur dass hier der losgelöste Myotomfortsatz mehr als doppelt so gross ist, als beim Frosch. Erst wenn die Extremitäten hervorzuwachsen beginnen, breitet sich bei den Froschlarven der ventrale Myotomfortsatz allmählich über die Bauchwand aus, zunächst als dünne, einschichtige Lage von Muskelfasern. Später erscheint durch Abspaltung von der ersten eine zweite; mehr Schichten werden nicht gebildet, wie ja auch die Bauchmusculatur des ausgebildeten Frosches nur zwei Schichten aufzuweisen hat.

Ich füge noch einige Beobachtungen über die Entstehung der Extremitätenmusculatur hinzu. Am hintersten Ende der Leibeshöhle entsteht bei der Froschlarve die Anlage der hinteren Extremität, und zwar durch starke Zellvermehrung in der Somatopleura. Der erwähnte Zellhaufen ist so massig, dass er die an sich schon enge Leibeshöhle ganz zum Schwinden bringt; vgl. Fig. 33, wo rechts noch ein sehr schmaler Rest der Leibeshöhle

vorhanden ist. Die auch in dieser Gegend noch sich vom Myotom ablösenden ventralen Fortsätze treten in die Extremitätenanlage ein, als Grundlage von deren Musculatur. Fig. 33 (Kaulquappe von 11 mm Länge) zeigt die abgelösten Fortsätze, welche Kugelform angenommen haben, noch ausserhalb der Sceletanlage; dagegen sieht man sie auf Fig. 34 (Kaulquappe von 20 mm) in dieselbe hineinwachsen. Ueber die Entstehung der vorderen Extremität vermag ich augenblicklich nichts anzugeben, sondern kann nur constatiren, dass sie bei der Kaulaquppe von 2 cm Länge, der Fig. 34 entnommen ist, und deren hintere Ertremitäten mit blossem Auge deutlich sichtbar waren, noch keine Spur einer Scelet- oder Muskelanlage der vorderen Extremitäten vorhanden ist. Die vordere Extremität erscheint also beim Frosch viel später, als die hintere. Das, umgekehrte Verhalten sahen wir bei Teleostiern; hier entwickelte sich die Brustflosse lange Zeit vor der Beckenflosse. Wieder anders verhalten sich Selachier und Amnioten, bei welchen vordere und hintere Extremitäten bezw. paarige Flossen so gut wie gleichzeitig entstehen.

Am Schwanze der Froschlarve zeigt der ventrale Myotomfortsatz nicht dieselbe rudimentäre Entwickelung wie am Rumpfe, er bleibt dort mit dem eigentlichen Myotom in Verbindung und entwickelt sich zu einer starken ventralen Schwanzmusculatur. Der ventrale Myotomfortsatz verhält sich dabei symmetrisch zu der sich ebenfalls mächtig entwickelnden dorsalen Myotomkante. Dieselbe mächtige Entwickelung zeigt übrigens die dorsale Kante auch am Rumpfe. Ich mache auf ein eigenthümliches Verhalten derselben aufmerksam, welches Fig. 34 wiedergiebt. Man sieht hier, wie die dorsalen Kanten der gegenüberliegenden Myotome, nachdem diese weit über das Medullarrohr hinausgewachsen sind, einander berühren, sich ventral einfalten und nun wieder dem Medullarrohr entgegenwachsen, so dass die dorsale Musculatur nunmehr jederseits zwei Schichten aufweist.

Amnioten.

Die allgemeine Entwickelung der Musculatur bei Amnioten habe ich verfolgt von Reptilien an Eidechsen und Schlangen, von Vögeln an Hühnchen, Ente und Kiebitz, von Säugethieren an Katze, Kaninchen und Maus; endlich habe ich auch einige Serien von menschlichen Embryonen durchgesehen, welche mir Herr Geheimrath His freundlichst zur Verfügung stellte. Von der über unseren Gegenstand vorhandenen, ziemlich umfangreichen Litteratur nenne ich vor Allem die älteren Werke von Remak (Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere) und His (die erste Entwickelung des Hühnchens im Ei), Kölliker's Lehrbuch der Ent-

wickelungsgeschichte und von neueren Arbeiten die von Bonnet, Rabl und Kollmann (s. das Litteraturverzeichniss).

Die Urwirbel der Amnioten und die der Anamnier unterscheiden sich dadurch, dass sich jene mehr nach der Breite, diese mehr nach der Höhe entwickeln. So kommt es, dass bei Amnioten zur Zeit, wo sich Sclerotom und Myotom trennen, und die Entwickelung der Musculatur beginnt, das Myotom mit seiner Längsaxe im Transversaldurchmesser des Embryo liegt um sich erst allmählich im dorsoventralen einzustellen; während bei den Anamniern schon der Urwirbel vor Beginn der Differenzirung die Lage des später sich abschnürenden Myotoms einnahm (vgl. die Schemata Figg. 36—38). Zu erklären ist dieser Unterschied einerseits durch die bei den Amnioten spät eintretende Abplattung des Körpers, anderseits durch die starke Entwickelung des Sclerotoms, von welcher noch die Rede sein wird.

Die Form des Amniotenurwirbels ist, wie bekannt, die eines Würfels; nur die vordersten pflegen die Form von dreiseitigen Prismen zu haben, die sich leicht aus dem Würfel ableiten lassen, wenn man dessen laterale Wand verschwinden lässt. Der Urwirbel besteht aus Rinde und Kern; dieser entsteht aus Zellen, die vom Rindentheil ausgeschaltet werden. Der Kern füllt die Höhle des Urwirbels nicht vollständig aus, vielmehr besteht neben dem Kern eine Urwirbelhöhle, die an bestimmten Urwirbeln (den 4 vordersten des Schafes nach Bonnet, den 3 vordersten des Hühnchens nach Dexter) eine Zeit lang mit dem Coelom in Verbindung steht.

Der primaere Seitenmuskel entsteht bei Amnioten aus der dorsalen Hälfte der medialen Wand des Würfels; die Epithelzellen dieses Abschnittes wachsen zu primitiven Muskelfasern aus und schieben sich unter Veränderung der Lage ihrer Längsaxen unter die dorsale Wand; hervorzuheben ist, dass die Muskelbildung unmittelbar an der dorsalen medialen Kante (der späteren dorsalen Myotomkante) beginnt, und nicht in der Mitte der medialen Wand. Zur selben Zeit lösen sich laterale, ventrale und ventrale Hälfte der medialen Wand, sowie die vordere und hintere Wand des Urwirbels zu Bildungsgewebe auf; sie bilden das Sclerotom, dem sich ferner noch der Kern des Urwirbels zugesellt.

Nachdem sich Sclerotom und Myotom getrennt haben, stellt dieses eine Doppelplatte dar (die Remak'sche Rückentafel), welche der der Anamnier ähnlich ist und auch bald die characteristische dorsoventrale Stellung einnimmt. Auffallend ist einzig der geringe Umfang des primaeren Seitenmuskels bei Amnioten. Auch tritt derselbe nicht so rasch in Thätigkeit wie bei den Anamniern; das Hühnchen, welches am Anfang des dritten Tages am primaeren Seitenmuskels wohlausgebildete Muskelfasern besitzt, fängt erst am Ende des fünften Tages an, schwache Zuckungen zu zeigen; und selbst von diesen ist es fraglich, ob sie auf Thätigkeit des primaeren

Seitenmuskels zurückzuführen sind, da in jenem Stadium schon die Differenzirung der ventralen und dorsalen Musculatur begonnen hat.

Der primaere Seitenmuskel reicht bis beinahe an das ventrale Ende der lateralen Myotomschicht heran; diese selbst hat sich mit ihrem ventralen Ende medial umgeschlagen (s. Fig. 38*b* sowie die Figg. 26 und 27), so dass also das Myotom ventral von der Muskelschicht aus einem von Epithel begrenztem Säckchen besteht, welches nichts anderes darstellt, als den ventralen Myotomfortsatz der Amnioten; auch dieser entsteht also, wie der der Selachier und Teleostier, aus der lateralen (äusseren) Myotomschicht.

Ueber das Schicksal der lateralen Myotomlamelle der Amnioten existiren verschiedene Anschauungen, die sich zum Theil widersprechen. Nur das eine steht fest, dass sich zu einer Zeit, wo noch keine dorsale und ventrale Musculatur neben dem primaeren Seitenmuskel existirt, das Epithel der lateralen Myotomlamelle in der Mitte der Schicht sich auflöst, so dass nur am Rande, an den beiden Myotomkanten, Epithel übrig bleibt (s. Fig. 27 und das Schema Fig. 38*c* links). Als Resultat der Auflösung geben nun Kölliker und Rabl (für Hühnchen und Kaninchen) an, es habe sich die laterale Myotomlamelle vollständig zu Bindegewebe aufgelöst. Kollmann dagegen sagt vom menschlichen Embryo, dass sich aus der äusseren (lateralen) Lamelle des Myotoms Zellen ablösen, welche das Cutisgewebe und deren Musculatur liefern, der Rest aber zu einer dünnen Muskelschicht sich umwandle, die nach aussen von der älteren Muskelschicht (unserem primaeren Seitenmuskel) liege. Von dem Verhalten der Myotomkanten und Kollmann's Angaben darüber wird später die Rede sein.

An jenem sich auflösenden Theil der lateralen Myotomlamelle habe ich selbst bei Vögeln ein eigenthümliches Verhalten beschrieben,[1] welches bis dahin noch nicht bekannt war, und das ich oben auch für die Selachier bestätigen konnte. Ich sah zuerst an Vögeln, wie die Epithelzellen, welche die laterale Myotomlamelle bilden, sich in zwei Gruppen differenziren; die eine wandert medial aus und wird zu Musculatur, die den primaeren Seitenmuskel verstärkt, jedoch ohne eine Muskelschicht für sich zu bilden; die andere bleibt zwischen Muskelschicht und Ectoderm liegen und vermischt sich mit zelligen Elementen, die zum Theil ein Product der Somatopleura, von ventral her in den Zwischenraum zwischen Myotom und Ectoderm hineinwachsen. In meiner früheren Arbeit nannte ich jene sich heraufschiebenden Zellen parablastische, ein Name, den ich jetzt seiner theoretischen Voraussetzungen wegen vermeiden will, um die Thatsachen klar zu stellen. Denn ich halte trotz Maurer's Widerspruch[2] an der That-

[1] 18. S. 1.
[2] 23. S. 121.



sache fest, dass die Grundlage der Cutis aus zweierlei Elementen zusammengesetzt ist; solchen, die an Ort und Stelle aus der lateralen Myotomlamelle entstanden sind, und solchen, die sich von ventral heraufwachsend mit ihnen mischen. Die Wichtigkeit dieser Thatsache für den Vergleich der Verhältnisse bei Amphioxus mit denen bei den Cranioten werden wir noch kennen lernen.

Die Differenzirung der lateralen Myotomschicht theils zu Muskelbildungszellen, theils zu Bildungsgewebe, habe ich seitdem bei allen von mir untersuchten Amnioten feststellen können. Auch für den menschlichen Embryo. Von einem solchen, nämlich dem Embryo Br. 3 von His, stammt Fig. 25, ein Frontalschnitt durch ein Myotom aus der Gegend der hinteren Extremität. Man sieht hier deutlich Zellen aus der lateralen Schicht nach der Muskelschicht zu auswandern und sich zu Muskelfasern umbilden, während andere im Begriff sind, sich zu Bildungsgewebselementen umzuformen.

Von den beiden Theilen der lateralen Myotomlamelle, die von der Auflösung verschont blieben, ist der dorsale die dorsale Myotomkante, der ventrale der ventrale Myotomfortsatz (s. Fig. 27 an der Katze, Fig. 26 am Menschen); jene bildet auch bei den Amnioten die primaere dorsale, dieser die primaere ventrale Musculatur. In meiner schon öfters erwähnten Arbeit nannte ich jene beiden Theile ventrale und dorsale Knospe und liess aus ihnen schon dort ventrale und dorsale Musculatur hervorgehen. Bei Besprechung meiner Arbeit sagt Kollmann, ich liesse Musculatur sich nur aus der inneren Myotomlamelle bilden; das ist ein Irrthum, denn ich erklärte ja schon damals, ventrale und dorsale Knospe (nach meiner jetzigen Bezeichnung ventraler Myotomfortsatz und dorsale Myotomkante) als Reste der äusseren Lamelle, wie dies auch Kollmann thut. Wenn ich ferner den mittleren Theil der äusseren Lamelle theils zu Muskel-, theils zu Bildungsgewebszellen sich differenziren lasse, so stimme ich auch darin mit Kollmann überein; nur habe ich niemals bei Amnioten im Stadium, wo diese Differenzirung stattfindet, die aus der lateralen Schicht hervorgehenden Muskelfasern eine besondere nach aussen vom primaeren Seitenmuskel gelegene Schicht bilden sehen, wie sie Kollmann beschreibt; vielmehr vereinigen sich an meinen Praeparaten jene Muskelfasern vollkommen mit denen des primaeren Seitenmuskels. Immerhin will ich Kollmann in diesem Punkte nicht entgegentreten, um so weniger, als er selbst angiebt, dass man jene äussere Schicht leicht übersehen könne. Erst später, wenn die Entwickelung der ventralen Musculatur bereits weit fortgeschritten ist, sehe ich lateral von dem primaeren Seitenmuskel eine junge Muskelschicht, aber diese ist zweifellos von ventral her heraufgewachsen.

Wir sahen, dass der ventrale Myotomfortsatz der Amnioten ebenso wie der der Anamnier anfangs ein Säckchen darstellt mit epithelialer Begren-

zung; die hierdurch bedingte Zweischichtigkeit des Fortsatzes bleibt noch einige Zeit erhalten, nachdem er begonnen hat, sich ventral zu verlängern. So zeigt Fig. 36, ein Querschnitt durch ein Myotom aus der Gegend zwischen vorderer und hinterer Extremität des Embryo Br. 3 von His, den ventralen Myotomfortsatz noch in Form eines Schlauches, während er in seinem ventral gerichteten Wachsthum bereits die dorsale Coelomgrenze überschritten hat, und auch schon die mediale Wand des Schlauches Muskelfasern zu bilden beginnt.

Die aus dem ventralen Fortsatz entstehende primaere Bauchmusculatur ist einschichtig. Uebrigens verliert auch der noch nicht differenzirte Theil des Fortsatzes bald seine Schlauchform und verwandelt sich, wie dies bei Teleostiern und Amphibien zu beobachten war, in einen soliden Epithelzapfen, in welchem keine Schichtenbildung mehr wahrzunehmen ist. Aehnlich wie der ventrale Fortsatz, verwandelt sich auch die dorsale Kante des Myotoms in einen Epithelzapfen, der sich dorsalwärts gegen die Mittellinie vorschiebt und ebenfalls Musculatur, die primaere dorsale, bildet.

Was die Musculatur der Extremitäten bei Amnioten betrifft, so steht es durch van Bemmelen für die Reptilien zweifellos fest, dass sie aus Knospen entsteht, die sich von den Myotomen ablösen und in die Extremitätenanlage einwandern, während die Myotome selbst ventral weiter wachsen. Was die Vögel und Säugethiere betrifft, so stehen sich noch die Angaben von Paterson einerseits und von Kollmann anderseits schroff gegenüber. Paterson lässt die Extremitätenmusculatur an Ort und Stelle, also aus der Wolff'schen Leiste entstehen; Kollmann, der sich auf Beobachtungen an Maulwurf und Mensch beruft, lässt die ventralen Fortsätze der Myotome in die Sceletanlage eindringen, das axiale Blastem umwachsen und dann in die Bauchwand sich fortsetzen. Ich schliesse mich nach eingehenden Untersuchungen bedingungslos den Angaben Kollmann's an, wiewohl ich zugeben muss, dass es nicht leicht ist, die Ausbreitung der Myotome in der Extremitätenanlage zu demonstriren. Leicht nachzuweisen ist zwar das Eindringen der Myotome in die Anlage; ich sehe es deutlich beim Hühnchen am vierten Tage, deutlich auch am Embryo Br. 3 von His. Am letztgenannten Embryo sieht man, wie in der Gegend der vorderen Extremität das Epithel des in diesem Stadium noch Schlauchform besitzenden ventralen Myotomfortsatzes (s. Fig. 26), ähnlich wie dies bei beginnender Carcinombildung der Fall ist, seine scharfe Grenze verliert und wie die Epithelzellen in ungeordneter Masse der Extremitätenanlage zustreben, ebenso wie dies Kollmann auf seiner Fig. 11 (22 Taf. IV) abbildet. — Nachdem die Myotomfortsätze in die Extremitätenanlage eingedrungen sind, folgt aber ein Stadium, wo es schwierig ist, die Masse der Muskelbildungszellen, welche keine scharfe Grenze und auch sonst

keine besonders hervorstechenden histologischen Eigenschaften besitzt, von dem umgebenden Bindegewebe zu unterscheiden; immerhin liegen die Muskelbildungszellen dichter gedrängt als die Bindegewebszellen, und man ist bei einiger Uebung im Stande, ihre Ausbreitung zu verfolgen. Als indirecter Beweis für das Eindringen der ventralen Myotomfortsätze in die Extremitätenanlage kann endlich der Umstand gelten, dass sie in der Höhe der Extremitätenanlagen in der Bauchwand fehlen.

Vergleichende Zusammenstellung der bei den einzelnen Classen gewonnenen Resultate.

Wenn wir die Entwickelung der Musculatur aus den Ursegmenten für alle Wirbelthierclassen gemeinsam betrachten wollen, um uns einerseits über die gemeinsamen Principien, anderseits über die principiellen Unterschiede klar zu werden, welche dabei obwalten, so kommen für uns drei Abschnitte des Ursegments in Betracht; es sind dies die drei Theile, welche Hatschek beim Amphioxus als Muskelblatt, Cutisblatt und Sclerablatt bezeichnet. Diese drei Abschnitte sind integrirende Bestandtheile des Ursegments, mag dasselbe der Occipital-, Rumpf- oder Schwanzregion angehören; sie wurden schon von den älteren Embryologen unter dem Namen Urwirbel zusammengefasst. Alle übrigen Theile, wie Nephrotom, Gonotom, Pronephrotom, kommen nur bestimmten Rumpfursegmenten zu.

Die Hatschek'schen Benennungen jener drei Bestandtheile des Urwirbels für Amphioxus lassen sich nicht ohne Weiteres auf die Cranioten übertragen, wenigstens nicht die Bezeichnungen Muskelblatt und Cutisblatt, denn bei den Cranioten liefert das Cutisblatt neben einem Theile der Cutis den grössten Theil der Musculatur. Ich nenne bei den Cranioten den dem Cutisblatt des Amphioxus entsprechenden Abschnitt des Urwirbels äusseres Muskelblatt, den dem Muskelblatt des Amphioxus entsprechenden Abschnitt inneres Muskelblatt. Bie Bezeichnung Sclerablatt adoptire ich auch für die Cranioten.

Vergleichen wir nun die Differenzirung der Urwirbel bei den einzelnen Classen untereinander, so ergiebt sich ein principieller Unterschied zwischen Amphioxus einerseits, Cranioten anderseits; innerhalb der Gruppe der Cranioten ist das Princip der Differenzirung überall dasselbe, Verschiedenheiten finden sich nur in der Form der Differenzirung. Und für diese Verschiedenheit der Formen, unter welchen die Differenzirung der Urwirbel bei den einzelnen Classen der Cranioten erfolgt, giebt die verschiedene relative Grösse der drei oben bestimmten Abschnitte, aus denen der Urwirbel besteht, eine Erklärung.

Auf Tafel XII habe ich die Hauptmomente aus der Differenzirung der Urwirbel schematisch dargestellt; und zwar habe ich als Paradigmata gewählt Amphioxus, Selachier, Teleostier und Amnioten; die Amphibien schliessen sich im allgemeinen den Teleostiern an, die Cyclostomen kann ich wegen unserer mangelhaften Kenntniss von der Entwickelung ihres Muskelsystems nicht berücksichtigen. Auf Tafel XII ist das innere Muskelblatt durch rothe, das äussere durch blaue, das Sclerablatt durch grüne Farbe hervorgehoben; auf der rechten Seite der Figg. 36*c*—38*c* bezeichnen die blau mit rother Umrandung gehaltenen Abschnitte denjenigen Theil der Musculatur, der aus dem äusseren Muskelblatt hervorgegangen ist.

Die Schemata auf Tafel XII zeigen nun, wie das Sclerablatt bei Amphioxus und den Teleostiern nur eine geringe Ausdehnung besitzt, während es bei Amnioten das grösste von allen dreien ist; ferner ist bei Teleostiern das innere Muskelblatt im Vergleich zum Sclerablatt sehr gross, bei Amnioten wieder klein. Das innere Muskelblatt ist bei Amnioten, Selachiern und Amphioxus einschichtig (dies Verhalten deuten die Schemata nicht an), mehrschichtig bei Amphibien und Teleostiern, wenn man bei letzteren den Kern des Urwirbels als selbständig gewordenen Theil der inneren Muskelschicht ansieht. Uebrigens folgt der Urwirbelkern, wo ein solcher vorhanden ist, bei der Differenzirung nicht bei allen Classen demselben Blatte; so folgt er bei Teleostiern dem inneren Muskelblatt, bei Amnioten dem Sclerablatt.

Wo sich der Urwirbel zeitig von den übrigen Mesodermabschnitten abschnürt, was bei allen Wirbelthierclassen mit Ausnahme der Selachier der Fall ist, sind die drei Blätter vor der Differenzirung des Urwirbels so angeordnet, dass sie zusammen einen geschlossenen Kreis bilden; jedes Blatt grenzt an die beiden anderen. Wenn nun die Differenzirung des Urwirbels erfolgt, so löst sich, bei den Cranioten, das Sclerablatt aus dem Verbande, es tritt aus seiner Lage zwischen innerem und äusserem Muskelblatt heraus und löst sich zu Bildungsgewebe auf, das sich allmählich über eine grosse Fläche ausserhalb des Urwirbelgebietes ausbreitet, die axialen Organe umhüllend. Eine besondere Eigenthümlichkeit der Selachier ist es, dass hier die innerste Schicht des Sclerablattes Muskelfasern liefert (vgl. S. 173 f.).

Durch den Austritt des Sclerablattes entsteht je nach seiner früheren Ausdehnung innerhalb des Urwirbels eine kleine (Teleostier) oder eine grosse (Amnioten) Continuitätstrennung. Ausgeglichen wird dieselbe nun überall dadurch, dass sich inneres und äusseres Muskelblatt mit ihren freien Enden einander bis zur Berührung nähern. Es entsteht so die Doppelplatte, welche Remak Rückentafel, Rabl Hautmuskelplatte nennt, das Myotom.

Bei Selachiern berühren sich Sclerablatt und äusseres Muskelblatt nicht,

vielmehr schieben sich zwischen beide die Seitenplatten und, falls solche vorhanden sind, die nicht zum Urwirbel gehörigen Theile des Ursegments ein; hier muss sich, nach der Loslösung der Sclerablattes, das äussere Muskelblatt von den übrigen Mesodermabschnitten trennen, bevor es mit dem freien Rande des inneren Muskelblattes in Berührung treten kann.

Da überall das äussere Muskelblatt etwas länger ist als das innere, so geschieht die Vereinigung des freien Endes vom äusseren Muskelblatt mit dem des inneren stets so, dass jenes, um dieses zu erreichen, sich nach innen umschlägt. So entsteht bei allen Cranioten am ventralen Ende des Myotoms ein Säckchen, dessen Wandungen dem äusseren Muskelblatt angehören.

Die Vereinigung der freien Ränder von äusserem und innerem Muskelblatt erfolgt rasch oder langsam, je nach der Grösse des Zwischenraumes, welcher die beiden vor Differenzirung des Urwirbels trennte, also je nach der Ausdehnung des Sclerablattes; bei den Teleostiern erfolgt die Vereinigung beinahe gleichzeitig mit der Sclerotomausstossung; bei den Amnioten dagegen muss das innere Muskelblatt sich unter das äussere schieben, mit welchem es vorher einen rechten Winkel bildete; dann erst kann dadurch, dass das freie Ende des äusseren Muskelblattes sich nach innen umschlägt, die Vereinigung erfolgen.

Bei Amphioxus wird das Sclerablatt nicht ausgeschaltet, vielmehr wächst es in Form eines Divertikels der Urwirbelhöhle in den Zwischenraum zwischen Urwirbel und Medullarrohr hinauf, ohne sich aufzulösen. Die ventralen Ränder von Muskelblatt und Cutisblatt kommen dementsprechend auch nicht zur Berührung.

Noch vor Ausstossung des Sclerotoms (bei Anamniern) oder gleichzeitig mit derselben (bei Amnioten) beginnt die Bildung der Musculatur. Und zwar entsteht der älteste Abschnitt derselben bei sämmtlichen Wirbelthieren aus dem inneren Muskelblatt; die Entwickelung von Muskelfasern beginnt bei den Amnioten am dorsalen Ende des Blattes, da wo es an das äussere Muskelblatt angrenzt, bei allen anderen Classen aber in der Mitte des Blattes, von hier aus dorsal und ventral fortschreitend. Den aus dem inneren Muskelblatte entstehenden Muskel nenne ich den primaeren Seitenmuskel. Bei Amphioxus scheint derselbe der einzige Körpermuskel zu sein, der zur Entwickelung kommt, da das Cutisblatt, aus dessen Homologon bei den Cranioten die primaere dorsale und die primaere ventrale Musculatur hervorgeht, überhaupt keine Musculatur liefert. Die primaere Seitenmuskel von Amphioxus ist dementsprechend stark entwickelt und breitet sich in einem Maasse über den Körper aus, wie dies bei Cranioten nicht der Fall ist.

Bei den Anamniern ist der primaere Seitenmuskel physiologisch wichtig für den Embryo. Die, namentlich bei Fischen, sehr zeitig sich einstellenden, den Stoffwechsel fördernden Bewegungen geschehen auf Kosten des primaeren Seitenmuskels, des einzigen Muskels, der zu dieser Zeit vorhanden ist. Bei den erwachsenen Anamniern wird dieser Muskel zu einem theils dorsal, theils ventral von der Seitenlinie gelegenen Theile der Rumpf- und Schwanzmusculatur.

Für die Amniotenembryonen besitzt der primaere Seitenmuskel nicht die physiologische Bedeutung, die er für die Anamnier hatte. Die Amnioten (soweit sich dies an Embryonen von Reptilien und Vögeln feststellen lässt) fangen erst an sich zu bewegen, wenn schon längst andere, stärkere Muskeln vorhanden sind. Bei den ausgebildeten Amnioten scheint der primaere Seitenmuskel als ein Theil der Rückenmusculatur fort zu bestehen, spielt also auch jetzt keine wesentliche Rolle.

Nachdem aus dem inneren Muskelblatt der primaere Seitenmuskel sich gebildet hat, entsteht bei den Cranioten die übrige Musculatur auf Kosten der aus dem äusseren Muskelblatt hervorgegangenen dorsalen und ventralen Myotomkante. Die dorsale Kante liefert die primaere dorsale Musculatur und bei Fischen die Musculatur der Rückenflossen; das Säckchen, welches die ventrale Kante (oder den ventralen Myotomfortsatz) bildet, die primaere ventrale und die Extremitätenmusculatur. Die dorsale Kante wächst dorsal, die ventrale ventral aus, der Mittellinie zustrebend. Beide lösen sich früher oder später vom primaeren Seitenmuskel ab, oder sind wenigstens durch eine deutliche Grenze von ihm getrennt. Die beiden Wandungen des Säckchens, welches die ventrale Kante bildet, lassen sich mehr oder weniger lange auseinanderhalten (am längsten bei Selachiern); dann wird aus dem Säckchen ein solider Zapfen, dessen Elemente sich zu Muskelzellen umbilden.

Wie sich die drei Theile der embryonalen Musculatur zu der des ausgebildeten Thieres verhalten, und in welcher Weise die Differenzirung zum complicirten Muskelapparat der höheren Wirbelthiere zu Stande kommt, dies zu entscheiden war nicht der Zweck der vorliegenden Arbeit.

Bei der Bildung der Extremitätenmusculatur bezw. bei Fischen, der paarigen Flossen, haben wir zwei Typen zu unterscheiden. Entweder schnüren sich von der ventralen Myotomkante „Knospen" (im Sinne von Dohrn) ab, die in die Sceletanlage der Extremität einwandern, während die ventrale Kante selbst in der Bauchwand weiter wächst; dieser Typus findet sich bei den Selachiern und, nach van Bemmelen, bei den Reptilien. Oder es wächst die ventrale Kante selbst in die Extremitätenanlage ein, so dass die betheiligten Myotome entweder gar keine ventrale Musculatur bilden oder erst nach Umwachsung des axialen Blastems der Extremität

in die Bauchwand zurückgelangen; dies ist der Fall bei Teleostiern, Amphibien und den höheren Amnioten.

Zum Schluss haben wir zu erörtern, in welcher Weise sich das äussere Muskelblatt der Cranioten an der Bildung der Cutis betheiligt. Wie wir sahen, hat sein Homologon bei Amphioxus, das Cutisblatt, nur diese eine Bestimmung, und es unterscheidet sich ausserdem noch von dem an der Cutisbildung betheiligten Abschnitte des äusseren Muskelblattes der Cranioten dadurch, dass es keiner weiteren Differenzirung unterliegt, sondern seine epitheliale Form beibehält, die es von Anfang an hatte; während sich derjenige Theil des äusseren Muskelblattes der Cranioten, welcher zur Cutisbildung bestimmt ist, zu Bildungsgewebe auflöst. Diese Auflösung erfolgt übrigens bei den einzelnen Classen in verschiedenen Stadien, bei Amnioten noch bevor die Bildung der dorsalen und ventralen Musculatur beginnt, bei Selachiern erst während dieselbe längst im Gange ist.

Wir sahen, wie an demjenigen Theile des äusseren Muskelblattes, der nach aussen dem primaeren Seitenmuskel anliegt, das Epithel sich in zwei Theile differenzirt; einmal in Muskelzellen, welche den primaeren Seitenmuskel verstärken, und dann zu Bildungsgewebe, welches zwischen Myotom und Ectoderm liegen bleibt. Dieses Bildungsgewebe, sowie ferner einiges Bildungsgewebe, das die Urwirbelfortsätze (besonders bei Teleostiern, Amphibien, zum geringen Theile auch bei Selachiern und Amnioten) liefern, ist der Antheil, welchen das äussere Muskelblatt an der Cutisbildung besitzt. Aber nicht die ganze Cutis geht daraus hervor, vielmehr betheiligen sich an deren Bildung in gleichem Maasse Zellen, die aus der Somatopleura stammen und mit jenen vom äusseren Muskelblatte gelieferten sich mischen; für diesen Theil der Cutis hat Amphioxus kein Homologon aufzuweisen, er tritt erst bei den Cranioten auf.

Ein interessantes Zwischenstadium zwischen Amphioxus und den Cranioten bieten die Teleostier; hier sehen wir das Epithel des äusseren Muskelblattes sich in zwei Lamellen spalten; die innere liefert Musculatur, die äussere bleibt lange Zeit in Form eines Plattenepithels erhalten, während in den Zwischenraum zwischen dieses das Myotom nach aussen begrenzende Epithel und das Ectoderm jene aus der Somatopleura stammenden Elemente eindringen. Denken wir uns bei Amphioxus zwischen Cutisblatt und Ectoderm von anderswoher Bildungsgewebe einwandern, so erhalten wir dasselbe Bild. Erst spät löst sich bei Teleostiern jene epitheliale Schicht auf. Uebrigens hat Hatschek (11) Aehnliches bei Salamanderlarven und Petromyzon beobachtet; hier schliesst, wie er angiebt, die faserige, Bindegewebskörper enthaltende Cutis nach innen mit einem Grenzepithel ab; vielleicht sind auch hier die Bindegewebskörper eingewandert, während nur das Grenzepithel aus dem äusseren Muskelblatt abzuleiten ist.

Es ist leider unbekannt, ob jene beiden Arten von Elementen, die an der Cutisbildung der Cranioten sich betheiligen, gleiche oder verschiedene Bestandtheile der Cutis liefern; immerhin kann man annehmen, dass abgesehen davon, dass das Cutisblatt bei Amphioxus in Epithelform erhalten bleibt, bei Cranioten sich zu Bildungsgewebe verwandelt, die Cutis der Cranioten auch noch Elemente enthält, die bei Amphioxus in keiner Form vorhanden sind.

Nachtrag.

Nach Abschluss meines Manuscriptes ist eine neue Arbeit von Maurer erschienen „Die Entwickelung des Bindegewebes bei Siredon pisciformis und die Herkunft des Bindegewebes im Muskel" (Morphologisches Jahrbuch, 18. Bd. 2. Heft). Von den Ergebnissen dieser Arbeit ist für uns wichtig, dass bei Siredon die Cutislamelle des Urwirbels sich nach beiden Seiten hin auflöst; lateralwärts giebt sie Zellen ab zur Bildung von Cutis und subcutanem Bindegewebe, medialwärts liefert sie Elemente zur Bildung des Perimysiums und der Muskelfascie. Dabei wird ausdrücklich betont, dass Bildung von Muskelzellen aus Zellen des Cutisblattes niemals nachzuweisen ist. Dieses Verhalten des Cutisblattes oder, nach der von uns angewendeten Bezeichnung, der lateralen Myotomlamelle bei Amphibien weicht von dem Verhalten des homologen Abschnittes bei Teleostiern ab. Die Differenzirung des Urwirbels bei Amphibien ist daher nicht in allen Punkten mit der bei Teleostiern zu vergleichen, wenn beide Classen auch in manchen Punkten dieselbe Form der Urwirbeldifferenzirung zeigen. Meine auf Seite 202 aufgeworfene Frage, ob nicht auch bei Amphibien der ventrale Myotomfortsatz so wie bei den übrigen Cranioten ganz aus der lateralen Urwirbellamelle hervorgeht, bleibt eine offene.

Ich erwähne ferner noch eine Stelle aus der jüngst erschienenen Arbeit von O. Hertwig „Urmund und Spina bifida".[1] Gestützt auf Erfahrungen, die er an Amphibien gesammelt, erklärt hier Hertwig, dass der Schwanz nicht als eine directe Verlängerung des ganzen Körpers, sondern nur als eine Fortsatzbildung der Rückenfläche nach seiner Entstehung betrachtet werden könne. An seiner Zusammensetzung seien nur dorsal gelegene Organe betheiligt, Nervenrohr, Chorda, Ursegmente, während Leibeshöhle, Geschlechtsorgane, Nieren, sich nicht in ihn hinein fortsetzen. Den Entodermtheil des Schwanzes will Hertwig als Schwanzdarm nicht

[1] *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. 39. Heft 3.

gelten lassen, schlägt vielmehr dafür den Namen Entodermstrang des Schwanzes vor. Diese Auffassung Hertwig's lässt sich von den Amphibien nicht im vollen Umfange auf alle Wirbelthierklassen übertragen; vor Allem nicht auf die Selachier. Dass der Wirbelthierschwanz vorzugsweise dorsale Theile enthält, ebenso wie der Kopf vorzugsweise ventrale aufweist, hat schon Dohrn ausgesprochen (X. Studie); doch enthält der Schwanz auch zweifellos ventrale Theile. So findet sich in demselben ein den Seitenplatten des Rumpfes homologer, nicht segmentirter Mesodermabschnitt, der, wie ich Seite 160 für die Selachier zeigte, sogar vorübergehend eine Leibeshöhle aufzuweisen hat. Geschlechtsorgane und Nieren besitzt der Schwanz allerdings niemals: doch werden solche auch nicht von allen Rumpf- bezw. Occipitalursegmenten gebildet. Was endlich den Schwanzdarm betrifft, so glaube ich denselben, bei Selachiern wenigstens, als echtes Homologon des Rumpfdarmes ansehen zu können. Sind doch die Lagebeziehungen des Schwanzdarmes zu Chorda, Ursegmenten und nicht segmentirtem Mesodermabschnitt dieselben, wie die des Rumpfdarmes, dessen Fortsetzung jener darstellt. Dass der Schwanzdarm niemals functionirt und später verschwindet, ist ohne Gewicht für seine morphologische Deutung. Sehen wir doch auch im hintersten Abschnitt des Medullarrohres und in den hintersten 3 bis 4 Ursegmentpaaren z. B. von Pristiurus nichts Anderes als eben Medullarrohr und Ursegmente, trotzdem, wie ich oben zeigte, jene Gebilde nach kurzem Bestehen und ohne functionirt zu haben wieder verschwinden.

Leipzig, am 11. Mai 1892.

Litteraturverzeichniss.

1. Balfour, *A monograph on the development of elasmobranch fishes.*

2. Derselbe, *Handbuch der vergleichenden Embryologie.* Deutsch von Vetter.

3. van Bemmelen, Ueber die Herkunft der Zungen- u. Extremitätenmusculatur bei Eidechsen. *Anatomischer Anzeiger.* 1889.

4. Bonnet, Beiträge zur Embryologie der Wiederkäuer. *Dies Archiv.* 1884 und 1889.

5. Corning, Ueber die sogenannte Neugliederung der Wirbelsäule und über das Schicksal der Urwirbelhöhle bei Reptilien. *Morphol. Jahrbuch.* 1891. Bd. XVII.

6. Dexter, The Somites and Coelome of the Chick. *Anatom. Anzeiger.* 1891.

7. Dohrn, Studien zur Urgeschichte des Wirbelthierkörpers. *Mittheilungen aus der zoologischen Station in Neapel.* In Betracht kommen: IV, VI, VII, IX, X, XIV.

8. v. Ebner, Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule. *Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften.* Bd. CVII.

9. Ehrlich, Ueber den peripheren Theil der Urwirbel. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1875. Bd. XI.

10. Hatschek, *Studien über die Entwickelung des Amphioxus.* Wien 1881.

11. Derselbe, Ueber den Schichtenbau von Amphioxus. *Anat. Anzeiger.* 1888.

12. Hertwig, *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte.* 1890. 3. Aufl.

13. Henneguy, Embryogénie de la truite. *Journal de l'Anatomie.* 1888. (S. hier die Litteratur über die Entwicklung der Teleostier.)

14. His, *Die erste Entwickelung des Hühnchens im Ei.*

15. Derselbe, Ueber die Bildung von Haifischembryonen. *Dies Archiv.* 1877.

16. Derselbe, Die Neuroblasten und ihre Entstehung im embryonalen Mark. *Dies Archiv.* 1888.

17. Derselbe, Zur Frage der Längsverwachsung von Wirbelthierembryonen. *Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft in München.* 1891.

18. Kaestner, Ueber die Bildung von animalen Muskelfasern aus dem Urwirbel. *Dies Archiv.* Suppl.-Bd. 1890.

19. Killian, Zur Metamerie des Selachierkopfes. *Verhandlungen der anatom. Gesellschaft in München.* 1891.

20. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* 1879.

21. Derselbe, Die embryonalen Keimblätter und die Gewebe. *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie.* Bd. XL.

22. Kollmann, Die Rumpfsegmente menschlicher Embryonen von 13 bis 35 Urwirbeln. *Dies Archiv.* 1891.

23. Maurer, Der Aufbau und die Entwickelung der ventralen Rumpfmusculatur bei den urodelen Amphibien und deren Beziehung zu den gleichen Muskeln der Selachier und Teleostier. *Morphologisches Jahrbuch*. Bd. XVIII.

24. P. Mayer, Die unpaaren Flossen der Selachier. *Mittheilungen aus der zoologischen Station in Neapel*. Bd. VI.

25. Paterson, On the Fate of the Muscle-Plate and the Development of the Spinal Nerves and Limb Plexuses in Birds and Mammals. *Quarterly Journal*. Vol. XXVIII.

26. Julia B. Platt, Further Contribution to the Morphology of the Vertebrate Head. *Anatom. Anzeiger*. 1891.

27. Rabl, Ueber die Differenzirung des Mesoderms. *Ebenda*. 1888.

28. Derselbe, Theorie des Mesoderms. *Morphologisches Jahrbuch*. Bd. XV.

29. Remak, *Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere*. 1855.

30. Rückert, Ueber die Entstehung der Excretionsorgane bei Selachiern. *Dies Archiv*. 1888.

31. Schwarz, Untersuchungen des Schwanzendes bei den Embryonen der Wirbelthiere. *Inaugural-Dissertation*. Strassburg. Gedruckt Leipzig 1889.

32. Scott, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Petromyzonten. *Morphol. Jahrbuch*. Bd. 7.

33. van Wijhe, Ueber die Mesodermsegmente und die Entwickelung der Nerven des Selachierkopfes. *Naturk. Verh. der koniekl. Akademie*. Deel XXII. Auch separat erschienen.

34. Derselbe, Ueber die Mesodermsegmente des Rumpfes und die Entstehung des Excretionsapparates bei Selachiern. *Archiv für mikrosk. Anatomie*. Bd. 33.

35. H. E. Ziegler, Der Ursprung der mesenchymatischen Gewebe bei den Selachiern. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. 32.

36. H. E. und F. Ziegler, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte von Torpedo. *Archiv für mikroskopische Anatomie*. Bd. 39.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. IX—XII.)

Abkürzungen.

A. = Arterienstämme.
Ao. = Aorta.
Bg. = Bildungsgewebe.
Br. Fl. = Brustflosse.
Ch. = Chorda.
D. = Darm.
D. K. = Dorsale Kante des Ursegments bezw. Myotoms.
H. = Hornblatt.
Hyp. = Hypochorda.
L. = Leibeshöhle.
Lb. = Leber.
L. W. = Laterale Wand des Ursegments.
M. = Muskelschicht.
Md. = Medullarrohr.
Mk. = Muskelknospen.
N. L. = Nervus lateralis.
Oes. = Oesophagus.
Pc. = Pericardhöhle.
Pr. = Pronephros.
S. = Somatopleura.
Sp. G. = Spinalganglion.
S. L. = Sectenlinie.
U. = Umschlagskante (vordere bezw. hintere der Ursegmentwand).
U. C. = Urnierencanälchen.
U. G. = Urnierengang.
V. = Venenstämme.
Vc. = Vena caudalis.
Vg. = Vagus.
V. K. = Ventrale Kante des Myotoms.
V. W. = Vordere Nervenwurzel.
W. K. = Wolff'scher Körper.

Taf. IX.

Fig. 1 u. 2. Pristiurusembryo mit 26 Ursegmenten. Frontalschnitte durch Ursegmente verschiedener Körpergegenden. Getroffen sind immer die Stellen, wo sich die ersten Muskelfasern bilden. Die Schnitte sind combinirt. Thatsächlich finden sich relativ so weit auseinanderliegende Entwicklungsstadien wie *a* und *b* an Fig. 1 und *a* und *b* an Fig. 2 nicht an benachbarten Ursegmenten. Fig. 1 bei *a* ist zwischen medialer und lateraler Ursegmentwand noch kein Unterschied wahrzunehmen. Fig. 1 bei *b* sind die Kerne der Epithelzellen der medialen Wand hell geworden, die Zellen nehmen an Volum zu. Fig. 2 bei *a* beginnen die Zellen der medialen Wand in

die longitudinale Stellung überzugehen. Fig. 2 bei *b* ist die Umwandlung der Zellen der medialen Wand zu primitiven Muskelfasern beinahe vollendet, in den der Chorda benachbarten Muskelfasern sind Fibrillen sichtbar. Vergr. von Fig. 1 und 2. Zeiss D. Oc. 2.

Fig. 3. Torpedoembryo mit 42 Ursegmenten (6·5 ^{mm}). Frontalabschnitt durch Ursegmente der Pronephrosgegend in der Höhe der dorsalen Chorda-Hälfte (vgl. Fig. 5 *a—c*, wo die Höhe des Schnittes von Fig. 3 durch die mit 3 bezeichnete Linie angedeutet ist). An der hinteren Kante der Ursegmente (*HK*) sieht man die hintere Wachsthumszone. Vergr. von Fig. 3. Zeiss A. Oc. 4.

Fig. 4. Pristiurusembryo mit 17 Ursegmenten. Querschnitt durch eines der vorderen Ursegmente. Von der medialen Ursegmentwand ist der dorsale Theil im Begriff Musculatur zu bilden, im ventralen beginnen sich die Zellen stark zu vermehren. * = die Stelle, wo die Ursegmenthöhle den grössten Transversaldurchmesser besitzt. Vergr. Zeiss A. Oc. 4.

Fig. 5 *a—c*. Torpedoembryo mit 42 Ursegmenten (6·5 ^{mm}). 3 Querschnitte aus einem und demselben Ursegment (dem 11. Gesammtursegmente), *a* trifft die vordere Kante, *b* die Mitte, *c* die hintere Hälfte des Ursegments. Die 3 mit 3, 6*a* und 6*b* bezeichneten Linien geben die Höhe der Frontalschnitte an, welche Figg. 3, 6*a* und 6*b* darstellen. + und ++-Reste der Ursegmenthöhle; sie correspondiren mit den ebenso bezeichneten Theilen von Fig. 6*a*. Vergr. Zeiss A. Oc. 2.

Fig. 6. Derselbe Embryo wie bei Fig. 3. Frontalschnitte durch 2 Ursegmente der Pronephrosgegend in verschiedenen Höhen (s. die Linien 6*a* u. 6*b* bei Fig. 5 *a—c*). An Fig. 6 sind 2 Schnitte combinirt, es gilt dasselbe wie von Fig. 1 und 2. + und ++ Reste der [illegible]gmenthöhle. Vergr. Zeiss A. Oc. 4.

Fig. 7. [illegible]urus mit 87 Ursegmenten (12 ^{mm}). Frontalschnitt durch Ursegmente der hinter[illegible] Rumpfgegend in der Höhe der ventralen Chordagrenze. Im Bildungsgewebe wechseln innerhalb der Grenzen jedes Ursegmentes ein dichtgefügter und ein lockergefügter Abschnitt mit einander ab, der dichtgefügte hintere Abschnitt steht in Zusammenhang mit der Muskelschicht. Vergr. Zeiss A. Oc. 4.

Fig. 8. Derselbe Embryo wie bei Fig. 7. Frontalschnitt durch die dorsale Kante eines Ursegments, an der Stelle, wo die Muskelbildung sich einleitet. *E.* = Epithelzellen. *M.* = Zellen, die sich zu primitiven Muskelfasern zu verwandeln im Begriff sind. Vergr. Zeiss D. Oc. 2.

Fig. 9. Pristiurusembryo mit 51 Ursegmenten (6 ^{mm}). Querschnitt durch ein vorderes Rumpfursegment. Dargestellt ist der dorsale Theil. Zelltheilungen in der lateralen Wand. Bildungsgewebszellen wachsen zwischen dorsaler Myotomkante und Spinalganglion dorsalwärts. Vergr. Zeiss D. Oc. 2.

Fig. 10. Derselbe Embryo (Torpedo) wie bei Fig. 5 *a—c*. Querschnitt durch ein vorderes Rumpfsegment. Dargestellt ist die dorsale Kante. Man sieht, wie sich von dieser spindelförmige Zellen ablösen, ferner sieht man ebensolche Zellen von ventral zwischen dorsaler Ursegmentkante und Spinalganglion dorsal wandern. Vergr. Zeiss D. Oc. 2.

Fig. 11. Pristiurus mit 50 Ursegmenten (6 ^{mm}). Sagittalschnitte durch das hinterste Ende. Fig. 11*a* ist der Medianschnitt, 11*b* ein Schnitt durch die Ursegmentreihe. Ms. = Mesoderm, Us. = Ursegmente, CN. = Canalis neurentericus. Vergr. ca. 25.

Fig. 12 *a—f*. Pristiurus mit 87 Ursegmenten (12 ^{mm}): Querschnittsserie durch das Schwanzende, von hinten nach vorne fortschreitend. CN. = Canalis neurentericus Ms. = Mesoderm, Us. = Ursegmente. Fig. 12*f* links zeigt die Andeutung einer Leibeshöhle. Vergr. ca 25.

Taf. X.

Fig. 13. Pristiurus mit 69 Ursegmenten (8·5 mm). Querschnitt durch die Mitte eines vorderen Rumpfursegmentes, dessen Myotom im Begriffe ist, sich abzuschnüren. R = Rest der Ursegmenthöhle. Der Pfeil deutet die Höhe des Frontalschnittes an, welchen Fig. 14 darstellt. Vergr. Zeiss A. Oc. 4.

Fig. 14. Pristiurus mit 73 Ursegmenten (9·5 mm). Frontalschnitt durch vordere Rumpfursegmente, bei denen das Myotom im Begriffe ist, sich vom übrigen Theile des Ursegmentes zu trennen. Der Schnitt ist in der Höhe der ventralen Hälfte der Aorta geführt. Br. = Verbindungsbrücke zwischen Myotom und Urnierencanälchen nach deren Durchtrennung die Abschnürung vollendet ist. Der Pfeil deutet die Gegend an, durch welche der Querschnitt, Fig. 13, gelegt ist. Vergr. Zeiss A. Oc. 2.

Fig. 15. Derselbe Pristiurusembryo, dem Fig. 12*a*—*f* entnommen ist. Querschnitt durch die Gegend der Brustflosse. Der Schnitt hat links die Mitte, rechts die hintere Hälfte eines Myotoms getroffen; links ist der ventrale Theil der Muskelschicht mit dem medial davon gelegenen Bildungsgewebe in Zusammenhang (vgl. Fig. 7). Vergr. Zeiss A. Oc. 2.

Fig. 16. Pristiurus von 19 mm Länge. Querschnitt durch die Gegend der Brustflosse; die Muskelknospen sind abgeworfen, die ventrale Myotomkante wächst gegen die Mittellinie hin. Vergr. ca. 25.

Fig. 17. Derselbe Schnitt wie Fig. 16, stärker vergrössert: man sieht, wie beide Schichten der ventralen Myotomkante sich zu Muskelfasern umwandeln.

Fig. 18. Torpedoembryo von 14 mm Länge (in conservirtem Zustande). Stück eines Querschnittes durch ein Rumpfmyotom. Die Epithelzellen (*E.*) der äusseren Myotomschicht sind im Begriffe, sich theils zu Muskelfasern (*M. Z.*), theils zu Bildungsgewebe umzuwandeln. Vergr. Zeiss D. Oc. 2.

Fig. 19. Derselbe Embryo wie Fig. 12*a*—*f* und Fig. 15. Querschnitt durch das 17. Ursegment (von hinten gerechnet). Zwischen Chorda, Medullarrohr und Ursegmentwand ist schon Bildungsgewebe vorhanden, während Muskelfasern noch nicht vorhanden sind. Vergr. ca. 25.

Fig. 20. Pristiurus mit 96 Ursegmenten (13 mm). Querschnitt durch ein Schwanzursegment; der Schnitt hat links die hintere Hälfte, rechts die Mitte des Ursegments getroffen. Links ist das Myotom im Begriffe, sich abzuschnüren, rechts ist die Abschnürung vollendet. Vergr. 25.

Fig. 21 *a*—*d*. Derselbe Embryo wie Fig. 20. Querschnitte durch die vordersten Myotome. Vergr. ca. 25.

Fig. 21 *a* stellt das erste Myotom dar (van Wijhes 6. Somit), 21 *b* das zweite (van Wijhe's 7. Somit), 21 *c* das vierte (van Wijhe's 9. Somit), 21 *d* das fünfte (van Wijhe's 1. Rumpfsomit).

B. = Visceralbogen. *S.* = Visceralspalte. *KD.* = Kopfdarmhöhle.

Fig. 22. Torpedoembryo, im conservirten Zustande, 18 mm lang. Querschnitt durch den Schwanz. Lupenvergrösserung (12).

Fig. 23. Torpedoembryo, im conservirten Zustande, 30 mm lang. Querschnitt durch den Schwanz. Vergr. 6.

Fig. 24. Derselbe Embryo wie auf Fig. 22. Querschnitt durch den Rumpf. Vergr. 6.



Taf. XI.

Fig. 25. Frontalschnitt durch ein Myotom aus der Gegend der hinteren Extremität des Embryo Br. 3 von His, man sieht von Epithelzellen (*E.*) der äusseren Myotomschicht einen Theil sich zu Muskelzellen (*M. Z.*), einen anderen zu Bildungsgewebe (*Bg.*) umwandeln. Vergr. Zeiss D. Oc. 2.

Fig. 26. Querschnitt aus der Gegend zwischen vorderer und hinterer Extremitätenanlage von demselben Embryo, die laterale Myotomlamelle beginnt sich in der Mitte aufzulösen, an der dorsalen und der ventralen Kante bleibt das Epithel erhalten. Die ventrale Kante hat die Form eines Säckchens mit epithelialer Wandung. Vergr. Zeiss A. Oc. 2.

Fig. 27. Ein ähnliches Bild von einem 11 mm langen Katzenembryo. Vergr. ca. 25.

Fig. 28. Querschnitt durch einen Forellenembryo mit 15 Ursegmenten. Der Urwirbel hat einen dreieckigen Querschnitt und besteht aus Rinde und Kern. Die Rinde lässt eine dorsale, eine mediale und eine laterale Wand unterscheiden. Auf der linken Seite beginnen die Zellen der medialen Wand sich zu Muskelfasern umzubilden. Vergr. Zeiss A. Oc. 4.

M. W. = mediale Wand des Urwirbels.
L. W. = laterale Wand „ „
D. W. = dorsale „ „ „
S. P. = Seitenplatten.
I. Z. = Intermediäre Zellmasse.
Dt. = Dotter.

Fig. 29. Querschnitt durch ein Ursegment eines Forellenembryo mit 31 Ursegmenten. *M. L.* = mediale, aus Muskelfasern bestehende Lamelle. *L. L.* = laterale Lamelle des Urwirbels. Auf der rechten Seite ist ventral von der Muskelschicht das Sclerotom im Begriff sich vom Urwirbel abzulösen, derjenige Epithelstreif, aus welchem das Sclerotom entsteht, ist auf der linken Seite mit *B.* bezeichnet. Rechts bezeichnet ein Kreuz (†) das freie Ende der lateralen Urwirbellamelle. Vergr. Zeiss A. Oc. 4.

Fig. 30. Querschnitt durch den Rumpf eines Forellenembryo von 7 mm Länge (im conservirten Zustand gemessen). Der aus der medialen Urwirbellamelle hervorgegangene Theil des primaeren Seitenmuskels enthält röhrenförmig angeordnete Fibrillen, die laterale Lamelle hat sich zu einer Plattenepithelschicht und einer plattenförmig angeordnete Fibrillen enthaltenden Muskelschicht differenzirt. In der dorsalen und ventralen Kante keine Fibrillen. Aus der Somatopleura tritt an einer beschränkten Stelle Bildungsgewebe aus. Vergr. Zeiss A. Oc. 2.

Fig. 31. Querschnitt durch den Rumpf eines Forellenembryo von 14 mm Länge. Die ventrale Kante ist zwischen Ectoderm und Somatopleura ausgewachsen, sie, sowie die dorsale Kante enthält jetzt Fibrillen. Der primaere Seitenmuskel ist in der Höhe der Seitenlinie in einen dorsalen und in einen ventralen Theil geschieden. Er besteht aus 2 Schichten, von denen die laterale durch ihre regelmässig in einer Reihe angeordneten Fibrillengruppen sich auszeichnet. Das Myotom wird lateral noch von der aus der lateralen Lamelle hervorgegangenen Plattenepithelschicht begrenzt, zwischen dieser und dem Ectoderm liegt Bildungsgewebe. *G.* = Grenze von Seitenmuskel und ventralem Myotomfortsatz. Vergr. Zeiss A. Oc. 2.

Fig. 32. Querschnitt durch die Anlage der Brustflossen von einem Forellenembryo mit 57 Ursegmenten. Links steht die ventrale Myotomkante noch in Verbindung mit dem Myotom, rechts hat sie sich losgelöst und ist in die Sceletanlage der Flosse eingetreten. Im primären Seitenmuskel plattenförmig angeordnete Fibrillen. Vergr. Zeiss A. Oc. 4.

Fig. 33. Querschnitt durch die Anlage der hinteren Extremitäten einer Froschlarve von 11 mm Länge. Man sieht die abgelöste ventrale Myotomkante als Muskelknospe in die Extremitätenanlage (*E.*) eintreten. *R.* = Rest der Leibeshöhle. Vergr. ca. 25.

Fig. 34. Querschnitt durch dieselbe Gegend von einer Froschlarve von 20 mm Länge. Die dorsal vom Medullarrohr befindliche Musculatur ist durch Umbiegung der dorsalen Myotomkanten zweischichtig geworden. Lupenvergrösserung (10fach).

Taf. XII.

Schemata zur Veranschaulichung der Bildung von Musculatur aus den Ursegmenten bei den verschiedenen Wirbelthierklassen.

Fig. 35 *a* und *b* sind nach Hatschek copirt.

Die homologen Abschnitte sind überall durch gleiche Farben ausgezeichnet.

Bedeutung der Farben:

Auf Fig. 35 *a* und *b*: Roth das Muskelblatt, Blau das Cutisblatt, Grün das Sclerablatt.

Auf **Fig. 36—38.** Roth das innere Muskelblatt, Blau das äussere Muskelblatt, Grün das Sclerablatt.

Die rechte Seite der Figg. 36*c* und 38*c* zeigt die Auflösung der lateralen Myotomlamelle zu Muskelzellen (Roth) und Bildungsgewebe (Blau), das aus der Somatopleura stammende Bildungsgewebe ist durch schwarze Punkte dargestellt. Blau mit rothem Rande ist der aus dem äusseren Muskelblatt hervorgegangene Theil der Musculatur bezeichnet.

Die rechte Seite von Fig. 37*c* zeigt die Differenzirung der lateralen Myotomlamelle zu einer Muskelschicht (Roth) und einer Epithelschicht (Blau). Nach aussen von der letzteren liegen die durch schwarze Punkte bezeichneten aus der Somatopleura stammenden Elemente. Blau mit rothem Rande sind hier wiederum die aus dem äusseren Muskelblatt hervorgegangenen Theile der Musculatur bezeichnet.

Ueber Kernstructur und Netzstructuren.[1]

Von

R. Altmann.

(Hierzu Taf. XIII.)

Bei den Untersuchungen, welche darauf gerichtet waren, eine einheitliche Form der lebenden Substanz nachzuweisen, mussten diejenigen über den Zellkern deshalb einen wichtigen Bestandtheil bilden, weil sie die am Zellenkörper gewonnenen Resultate zu ergänzen hatten.

Schon auf der Anatomenversammlung in Berlin hatte ich Gelegenheit, solche Praeparate zu demonstriren, welche die granulaere Structur des Kernes zeigen sollten.[2] Es handelte sich damals um die Fixirung der Objekte mit Ueberosmiumsäure, um die nachträgliche Oxydation der osmirten Verbindungen im Gewebe mit Goldchlorid und um die Färbung der Schnitte mit Cyanin. Nach einer derartigen Behandlung zeigte sich der Kern als ein dicht gedrängter Haufen violet gefärbter Körnchen von grosser Schönheit und Regelmässigkeit. Schon damals gelang es mir zuweilen mit Hülfe der gewöhnlichen Kernfärbungsmittel auch die zwischen jenen Körnchen gelagerte Substanz in Form eines äusserst feinen regelmässigen Netzwerkes darzustellen, und gaben mir diese Befunde schon damals Veranlassung zur Aufstellung des in Fig. 1 skizzirten Schemas vom Baue des ruhenden Kernes, in welchem *A* das granulaere Bild, *B* das intergranulaere Netzwerk darstellt.

[1] Die vorliegende Abhandlung enthält den Inhalt eines Vortrages, welcher auf der *Wiener Anatomenversammlung* 1892 gehalten worden ist.

[2] Vgl.: Die Structur des Zellkerns. *Dies Archiv*, 1889 und *Die Elementarorganismen* etc. Leipzig, 1892.



Leider war und blieb die frühere Methode unsicher und schwankend in ihrer Wirkung, und musste es daher versucht werden, neue sichere Methoden mit constanten Resultaten zu finden.

Bei diesen Bemühungen stellte es sich nun bis zur Evidenz heraus, dass fast alle jene fixirenden Mittel, welche am Zellenkörper und an dem sich theilenden Kerne so vortreffliche Resultate geben, gegenüber dem ruhenden Zellkern machtlos sind, und hier Zerstörung, nicht Conservirung bewirken. Wir werden auf diese merkwürdige Thatsache noch zurückkommen und den Versuch machen, ihre Ursachen zu erklären.

Endlich fand sich in dem molybdaensauren Ammoniak ein Mittel, welches in Verbindung mit einem kleinen aber bestimmten Procentsatz freier Chromsäure zum Ziele führte. Das Rationelle in der Zusammen-

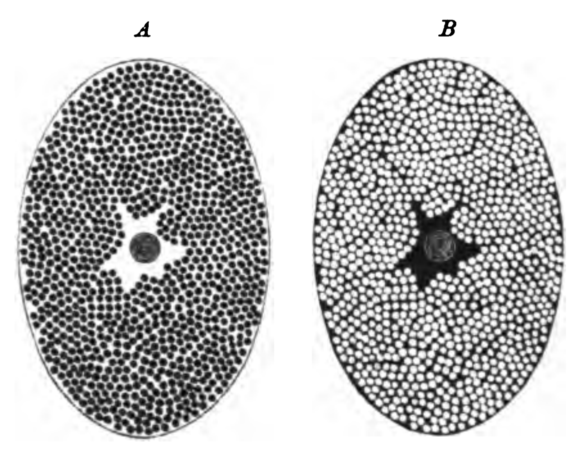


Fig. 1.

setzung und Anwendung dieses Gemisches liegt in folgender Beobachtung: Fixirt man die Objecte mit einer $2^1/_2$ procent. Lösung des molybdaensauren Ammoniaks ohne Chromsäure, so erscheinen die Kerne bei der späteren Färbung meist homogen; fügt man aber jener Lösung 0·5 bis 1·0 % freier Chromsäure hinzu, so erhält man bei der Färbung jene groben Balkennetze der Autoren mit ihren weiten leeren Zwischenräumen, also das gewöhnliche Bild, welches man bisher als den wahren Ausdruck der Kernstructur gehalten hat. Nach den an den Cyaninbildern gewonnenen Erfahrungen musste hier die Wahrheit in der Mitte liegen, d. h., es bedurfte nur der Variation des Säurezusatzes zwischen 0 und 0·5 %, um die wirkliche Kernstructur zu erhalten. Ein Zusatz von etwa $^1/_4$ % freier Chromsäure zur $2^1/_2$ procent. Lösung des molybdaensauren Ammoniaks bildet dasjenige Gemisch, mit welchem ich bis jetzt die besten Resultate erhalten habe.

Der Gang der Methode ist folgender: Als bequemes Object für die Experimente diente mir gewöhnlich die Salamanderniere. Dieselbe kommt, lebensfrisch dem Thiere entnommen, in jene Molybdaenmischung, und wird dann nach 24 Stunden direkt in Alkohol übertragen. Ein mehrtägiger oder noch längerer Aufenthalt in Alkohol scheint nützlich zu sein, um die Fixirung zu vollenden. Dann wird das Praeparat durch Xylol-Alkohol, Xylol, Xylol-Paraffin, in reines Paraffin eingebettet und geschnitten; die Schnitte färbt man nach gewöhnlichen Regeln mit Haematoxylin, Gentiana etc.

Bei diesem methodischen Gange sind doch mancherlei Schwierigkeiten zu überwinden. Zunächst ist die Empfindlichkeit der Substanz des ruhenden Kernes eine ausserordentlich grosse, so dass schon sehr geringe technische Fehler hinreichen, um das Resultat in Frage zu stellen; diese Empfindlichkeit zeigt sich unter Anderem in dem Umstande, dass der Kern beim Einbetten in Paraffin durchaus nicht den Zusatz von Stearin und Wachs verträgt, den ich viele Jahre hindurch ohne Schaden für die Structuren des Zellenkörpers angewendet habe; diese Empfindlichkeit geht soweit, dass sie auch nach der Fixirung mit Molybdaen und Alkohol, und nach der gelungenen Einbettung in Paraffin bei den Färbungen leicht störend zu werden vermag. Dann ist das käufliche Molybdaensalz nicht constant in seiner Zusammensetzung. Weiterhin scheinen verschiedene Kernarten, ja selbst der Kern desselben Organes in verschiedenen functionellen Zuständen etwas verschiedene Säurezusätze zu erfordern. Ferner wird die Schnittdicke zweckmässig unter 1 ^{mm} heruntergedrückt, um gute Bilder zu erhalten, doch müssen Zusätze von Stearin und Wachs zum Paraffin, wie ich sie früher anwendete, vermieden werden, weil sie, wie erwähnt, der Kernstructur schaden. Auch die Färbungen gelingen wohl mit Haematoxylin und Gentiana leicht und sicher, falls alles Uebrige richtig ist, die feinsten Bilder aber erhält man doch durch die Anwendung verschiedener Anilinfarben, welche man entweder aufeinander wirken lässt, oder durch Jod, Anilinöl und andere in der Färbetechnik bekannte Mittel modificirt. Um die granulären Lücken und das intergranuläre Netz praecise zu Gesicht zu bekommen, sind wegen der grossen optischen Feinheit der Bilder dünnste Schnitte und schärfste Färbungen sehr wünschenswerth. Die Methode wird noch einer ausdauernden Durcharbeitung bedürfen, um in allen ihren Nüancen in voller Exaktheit beschrieben werden zu können; für die ersten Versuche werden wohl die gemachten Angaben hinreichen, besonders wenn man sich mit den gewöhnlichen Färbungen durch Haematoxylin und Gentiana begnügt.

Das gelungene Resultat der Methode zeigt den Kern in Form der in Fig. *B* gegebenen Skizze. Das feine intergranuläre Netz zeigt zuweilen, nicht immer, Verdickungen einzelner Theile, die wohl den groben Balken-

netzen der Autoren entsprechen dürften; ein Raum aber, der für die Aufnahme des sogenannten Kernsaftes bestimmt wäre, existirt nicht. Mit Hülfe von besonders modificirter Färbung gelingt es auch zuweilen, die in den Maschen des Netzes liegenden monoblastischen Granula gleichzeitig sichtbar zu machen, doch waren in dieser Beziehung die früheren Cyaninbilder weit überlegen.

Jedenfalls sind die durch Molybdaen erreichbaren Netzbilder des ruhenden Kernes (Fig. 1 *B*) sehr geeignet, um die früheren Cyaninfärbungen der monoblastischen Granula (Eig. 1 *A*) zu ergänzen, besonders da die Molybdaenmethode bei richtiger Anwendung sicher und constant ist. Als wichtigstes Resultat muss es gelten, dass die Substanz des intergranulären Netzes des ruhenden Kernes die gleichen Farbenreactionen zeigt, wie die Chromatinbestandtheile bei der Kerntheilung, beide Bestandtheile also wohl als identisch aufgefasst werden können, während die in den Maschen des Netzes liegenden monoblastischen Granula gegen jene Farben durchaus resistent sind.

Fragen wir uns nun, welche Bedeutung wir diesen Structuren des ruhenden Kernes beizumessen haben, so werden wir diese Frage doch nur vom allgemeineren Gesichtspunkte aus beantworten können. Hier zeigt sich nun zunächst, dass solche Netzbilder mit in den Maschen eingelagerten monoblastischen Granulis zu den verbreitetsten Vorkommnissen auch im Zellenkörper gehören, so dass es fast Schwierigkeiten macht, Zellengattungen zu finden, welche sie nicht zeigen.

Die Erscheinungen, unter denen sich diese Netze darbieten können, sind sehr verschiedenartig und hängen davon ab, wie man färbt. In Tafel XIII finden wir eine Reihe derartiger Netzbilder schematisch dargestellt, die alle auf das Gleiche herauskommen und das Gleiche bedeuten. Die linksseitige Reihe zeigt monoblastische Granula oder Netze, die rechtsseitige beide Elemente gleichzeitig. Sowohl die eingelagerten Granula, wie auch das intergranuläre Netzwerk können durch Nichtfärbung unsichtbar sein, durch Färbung hervortreten, und es gelingt in einer Reihe von Fällen unschwer, entweder mehrere Bilder der Tafel XIII oder gar alle von einem und demselben Paraffinblocke her zu gewinnen, wenn die Färbungen zweckentsprechend variirt werden.

Von besonderer Wichtigkeit ist es hierbei, dass in einer grossen Zahl von Fällen das intergranuläre Netzwerk sich durch weitere Differenzirung der Farbstoffe in kleinere Elemente zerlegen lässt, wie Fig. 5 und 6 Tafel XIII andeutet. Diese kleineren Elemente sind entweder wieder monoblastisch, oder sie stellen zu Fäden aneinandergereihte nematoblastische Granula dar, deren Verlauf mehr geradlinig, oder gewunden oder gar verfilzt sein kann. In anderen Fällen gelingt diese Differenzirung der Netz-

substanz nicht, aber auch da treten oft andere Umstände hervor, welche die Zusammensetzung der Netze aus kleineren Elementen wahrscheinlich machen.

Ein beachtenswerther Punkt liegt ferner darin, dass derartige Netzstructuren unter den verschiedensten Grössenverhältnissen auftreten können, und hängen diese letzteren augenscheinlich von der Grösse der monoblastischen Granula ab, denen sich das Netz anpasst; aber die Reihe der grösseren Dimensionen zu den kleineren und kleinsten ist in den verschiedenen Protoplasmen eine continuirliche und kann auch im selben Protoplasma continuirlich variiren.

Derartige Erfahrungen lehren, dass wir uns bei der Beurtheilung der Netzstructuren jedenfalls von der Einzelerscheinung unabhängig machen müssen, und dass eine Beurtheilung des wirklichen Werthes dieser Structuren nur durch Vergleichung möglich ist.

Durch die Untersuchungen, wie ich sie in diesem Gebiete in Gemeinschaft mit meinen Mitarbeitern durchgeführt habe, ist ferner vielseitig der Nachweis erbracht worden, dass die in den Maschen des Netzwerkes liegenden grösseren monoblastischen Granula ihren Ursprung von kleineren Formen nehmen, die in der Substanz des Netzes eingelagert sind und hier selbst aus noch kleineren Formen entstehen dürften, welche vielleicht wegen ihrer Kleinheit und wegen anderer Reaction noch nicht sichtbar gemacht werden konnten. Indem die kleinen Granula durch vitale Assimilation Eiweiskörper, Fette, Kohlenhydrate erzeugen und in sich aufhäufen, wachsen sie an Grösse, verdünnen hierdurch ihre eigene vitale Substanz und verlieren hierbei leicht ihre specifischen Farbenreactionen. Sie vermitteln bei der Resorption hierdurch den Transport der Nahrung, bei der Secretion werden sie als Secretionskörner ausgestossen um den wesentlichen Bestandtheil der Secrete zu bilden, beim intermediären Stoffumsatz bilden sie oft die Reserveablagerungen, wie wir dieses am praegnantesten an den Fettzellen und am Nahrungsdotter der Eier sehen, in weniger extremem Grade aber fast in allen Zellengattungen zu vermuthen haben.

Die Netzwerke der Zellenkörper haben, wie dieses auch in den Bildern der Tafel XIII angedeutet ist, mit ihrer Substanz meist Anhäufungen um den Kern herum; Netzsubstanz und Anhäufungen bilden zusammen das, was man als embryonale Protoplasmareste, als intactes Protoplasma der Zelle bezeichnet hat, und dieses intacte Protoplasma ist augenscheinlich der wichtigste Bestandtheil des Zellenkörpers, selbst wenn, wie häufig, dasselbe an Volumen sehr zurückstehen sollte.

Uebertragen wir die am Zellenkörper gewonnenen Erfahrungen auf den Kern, so werden wir auch hier das intergranuläre Netz (Fig. 1 *B*) als den wichtigsten Bestandtheil anzunehmen haben, und wirft dieses zugleich ein Licht auf die Bedeutung der von dem Netze abstammenden Chromatin-

bestandtheile des sich theilenden Kernes. Das intergranuläre Netz ist wohl auch im Zellkern das intakte Protoplasma desselben, die in den Maschen eingelagerten Granula aber (Fig. 1 *A*) dürften, wie vielfach im Zellenkörper, so auch hier Assimilationsorgane vorstellen, deren Stoffwechselprodukte uns noch unbekannt sind.

Wie im Zellenkörper die intergranulären Netze sich oft in kleinere Elemente zerlegen lassen, die neben sich wohl noch kleinere und deshalb nicht definirbare haben, so dürfte auch das Netz des ruhenden Zellkernes keine homogene Substanz vorstellen, sondern sich ebenfalls aus kleineren Individuen zusammensetzen. Hierfür sprechen nicht nur die Analogieen vom Zellenkörper her, sondern auch die bereits vorhandenen Erfahrungen am Zellkern selbst. Es ist bekannt, wie vom Höhestadium der Theilung an rückwärts nach der Ruheform des Kernes hin die mit dem Ruhenetz identischen Chromatintheile immer geringere Dimmensionen annehmen, um im ruhenden Kern die so äusserst feinen intergranulären Netze bilden.

Nun ist durch Pfitzner, Balbiani und andere Beobachter der Nachweis erbracht worden, dass diese Chromatintheile sich aus kleinen meist kugeligen Elementen zusammensetzen, die nach der Ruheform des Kernes hin ebenfalls an Dimension abnehmen, und es bedarf deshalb auch hier nur eines Schrittes rückwärts, um im Ruhenetz des Kernes noch kleinere und deshalb bisher nicht definirbare Elemente als vorhanden anzunehmen.

Es fragt sich nun, ob wir berechtigt sind, die in dem Zellenkörper und Zellenkerne so verbreiteten Netzstructuren als Grundstructuren des Protoplasmas zu betrachten. Diese Frage muss entschieden verneint werden. Denn zunächst finden wir, wie wir gesehen haben, diese Netze vielfach zerlegbar in kleinere Elemente, und was morphologisch zerlegbar ist, kann keine Grundstructur sein. Dann sind diese Netze, wenn auch sehr verbreitet, so doch keineswegs überall vertreten, und fehlen besonders da, wo es nicht zur Ausbildung regelmässig gelagerterter monoblastischer Granula kommt.

Endlich giebt es noch einen dritten Grund, der gegen die Auffassung der Netze als Grundstructuren spricht, und der darin liegt, dass diese Netze sowohl im Zellenkörper wie im Zellenkern nicht stabil, sondern acut veränderlich sind. Hier bietet zunächst der Kern ein gutes Beispiel. Mit beginnender Theilung sehen wir statt des Netzes Fig. 1 *B* jenen feinen Knäuel auftreten, die sich augenscheinlich durch Conjugation ihrer Elemente vergröbern und schliesslich zur Bildung der Aequatorialplatte führen.

Auch im Zellenkörper sind ähnliche acute Veränderungen der Netze nachweisbar. Die Parotis der Katze bietet im ruhenden Zustande ganz das Aussehen der Fig. 2 Tafel XIII. Giebt man dem Thiere eine Dosis Pilocarpin, so sind nach einer Stunde Netze und Secretionskörner fort, an ihrer Stelle aber sind fuchsinophile Granula und Fädchen getreten von verschie-

dener Grösse. Ganz ähnlich verhalten sich die Eileiterdrüsen des Frosches kurz vor und nach der Eiablage.

Aus allen diesen Gründen können wir der Netzstructur des Protoplasmas weder im Zellenkörper noch im Zellenkern den Werth einer Grundstructur beimessen; sie ist nichts weiter als der topographische Ausdruck für die Einlagerung monoblastischer Granula; sie kann kommen und gehen, und die Substanz der Netze selbst ist nichts anderes als ein Compositum kleinerer und kleinster Elementartheile.

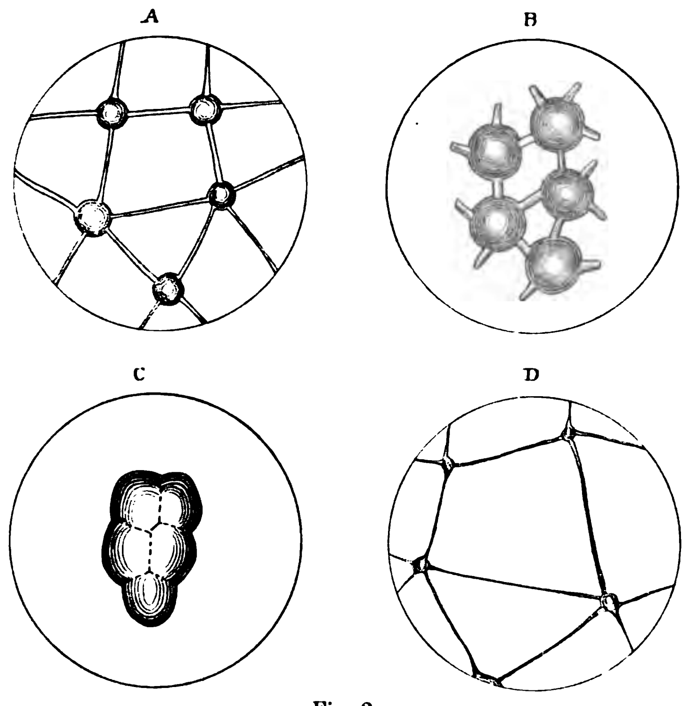


Fig. 2.

Bei Pflanzenzellen und niederen Protoplasmen kommen, wie es scheint, netzartige Bildungen auch aus anderen Ursachen, nämlich durch Vacuolenbildung, die dann bekanntlich zu mehr weniger weitgehender Rarefication des Protoplasmas führen kann. Auch hier werden wir naturgemäss nicht an dem Begriff einer Grundstructur festhalten können, selbst wenn es sich um die feinsten Anfänge der Vacuolenbildung handelt.

Es erschien nothwendig, diese verschiedenen Ursachen der Netzstructur auf ihren wahren morphologischen Werth zurückzuführen, um jenen Anschauungen zu begegnen, wie sie früher besonders von Frommann und

Heitzmann, neuerdings aber besonders durch Bütschli[1] vertreten worden sind, die in der Netzform des Protoplasmas die Grundstructur desselben gefunden zu haben glauben.

Von diesen Anschauungen ist die Hypothese von Heitzmann, wie derselbe sie durch beistehende Fig. 2 *A*, *B*, *C*, *D* ausgedrückt hat, nicht ohne Interesse. Hiernach soll das Protoplasma aus Körnchen bestehen, die durch Fäden verbunden sind. *A* bezeichnet den Ruhezustand, *B* die Contraction, *C* den Tetanus, *D* die Dehnung.

Durch die Granulamethode sind bisher monoblastischen und nematoblastische Granula nachgewiesen; es würde durchaus sympathisch sein, daneben noch solche Reteblasten, wie sie Heitzmann hier annimmt, zu acceptiren, doch ist der Nachweis von der Existenz derselben noch nicht erbracht.

Kommen wir noch zum Schluss auf jene schon erwähnte Thatsache zurück, dass fast alle fixirenden Mittel, welche am Zellenkörper und dem sich theilenden Kerne so gute Conservirungen geben, den ruhenden Kern mehr zerstören als fixiren, so kann der Grund dieser Thatsache nur in der chemischen Beschaffenheit des Kernes beruhen. Wir nehmen wohl mit Recht an, dass die fixirenden Mittel ihre conservirende Fähigkeit ihrer Eiweiss fällenden Kraft verdanken. Es wäre daher denkbar, dass der ruhende Kern vielleicht eiweissfrei ist. Hierfür spricht auch die von Miescher beobachtete Thatsache, dass der Kopf des Spermatozoons, das direkte Derivat des Zellkernes, frei von Eiweiss ist.

Auch die in meinen Untersuchungen über die Nucleinsäuren gefundenen Thatsachen sprechen dafür, dass Eiweisskörper imKernstoff fehlen; wenigstens ist bis jetzt noch keine Thatsache bekannt, welche die Genuinität der sogenannten Nucleine als Verbindung an den Nucleinsäuren und Eiweisskörper beweisen könnte.

---

[1] Vgl. O. Bütschli, *Untersuchungen über mikroskopische Schäume und das Protoplasma.* Leipzig, 1892.

Zur Erinnerung an Wilhelm Braune.

Von

Wilhelm His.

(Mit dem Bildniss von W. Braune.)

Der Name meines treuen Mitarbeiters erscheint diesmal nicht mehr auf dem Titel des Archivs. Am 29. April d. J. ist Wilhelm Braune einer beiderseitigen Lungenentzündung erlegen, nach einem Krankenlager von nur wenigen Tagen, und nachdem er noch in der Woche vor seinem Tode dem in Leipzig tagenden Congress für innere Medicin mit lebhaftem Interesse beigewohnt und in dem zu dessen Ehren gegebenen Gewandhausconcerte manchen der auswärtigen Collegen durch seine frische Liebenswürdigkeit erfreut hatte.

Mit W. Braune verliert die anatomische Wissenschaft einen ihrer berufensten Forscher und Lehrer, den Hauptvertreter jener Richtung, welche die Anatomie zu einem festen Rüstzeug für den handelnden Arzt und den Chirurgen zu gestalten sucht.

Christian Wilhelm Braune wurde am 17. Juli 1831 in Leipzig geboren, als Sohn von dem damaligen Docenten an der Universität und späteren Professor der Therapie und Arzneimittellehre Albert Braune und von Luise geb. Vogel. Der Vater, als Arzt sehr angesehen und beliebt, stets hilfsbereit und dabei von liebenswürdigem Humor, starb früh an einem Herzschlag (1848). Auf die heranwachsenden drei Kinder machte sich nun um so mehr der Einfluss der Mutter geltend. Diese, eine Tochter des auch in medicinischen Kreisen wohlbekannten Verlagsbuchhändlers Friedrich Chr. W. Vogel, war eine durch ihren Charakter, so wie durch ihre feine geistige und gemüthliche Durchbildung gleich hervorragende Frau, für welche Alle eine hohe Verehrung bewahren, die jemals das Glück gehabt haben, mit ihr in Beziehung zu treten. Es ist unschwer, so manche von

den trefflichen Eigenschaften, welche W. Braune charakterisirt haben, auf die von der Mutter empfangenen Keime zurückzuführen. Auch den warmen Sinn und das Verständniss für bildende Kunst und für Musik hat er von daher übernommen.

Die Gymnasialstudien hat W. Braune an der von 1845—1851 besuchten Fürstenschule in Grimma erledigt (hier hat er u. A. seine Freundschaft mit dem späteren Chirurgen Richard Volkmann geschlossen); 1851 bezog er sodann die Universität Leipzig und hat an ihr den grössten Theil seiner Studienzeit zugebracht. Zwischendurch war er zwei Semester in Göttingen und eines in Würzburg. Sein empfänglicher Sinn hat an beiden Orten reiche Anregung empfangen, und noch pflegte er in späteren Jahren gern zu erzählen, was er dem Unterricht von Wöhler und von Wilhelm Weber verdanke. Auch mit seinen Würzburger Lehrern, besonders mit R. Virchow ist er in dauernder Verbindung geblieben, dem hervorragendsten seiner Leipziger Lehrer, E. H. Weber, hat Braune seine Doctordissertation gewidmet.

Durch Abstammung und Nachbarschaft gehörte W. Braune einem Kreise von Leipziger Professoren- und Bürgerfamilien an, welche unter sich regen geistigen Verkehr pflegten. Zu den jüngeren Mitgliedern des Kreises gehörten R. Wachsmuth, Theodor Weber, die Brüder Lampe, Fr. Crusius und manche Andere, die zum grossen Theil Braune im Tode schon vorangegangen sind. Das Weber'sche Haus war ein Hauptmittelpunkt des in einfachsten Formen sich bewegenden geselligen Verkehres. Auch musicirt wurde damals viel, und Braune hat schon in jener Zeit den Grund zu seiner reichen Kenntniss klassischer Musik gelegt.

Im Jahre 1856 erwarb Braune den Doctorgrad. Die auf Anregung von K. G. Lehmann und von O. Funke entstandene Dissertation handelt von der Aufnahme des Jodes in den Organismus und führt auf experimentellem Wege den interessanten Nachweis, dass bei Anwendung von Jodsalben und Jodbädern der Stoff nur dann in den Excreten nachweisbar ist, wenn die Möglichkeit bestanden hat, dass er sich in Dampfform der Einathmungsluft beimengte.

Nachdem Braune ein halbes Jahr lang an der internen Klinik unter Wunderlich Assistentendienste versehen, und sodann im Sommer 1857, mit dem Trier'schen Reisestipendium ausgestattet, die Facultäten Prag, Wien und Berlin besucht hatte, trat er im Winter 1857 auf 58 als Assistenzarzt in die chirurgische Abtheilung des St. Jakobshospitals ein. Hier kam er unter Günther[1] zu stehen, dessen ideales Wesen bei den älteren

---

[1] Ueber Günther vergleiche man den Artikel von Winter in Hirsch's *Biogr. Lexikon*. Bd. II. S. 607.

Leipziger Aerzten noch jetzt ein freundliches Andenken geniesst, und dem auch Braune seine Anhänglichkeit durch Widmung der ersten grösseren Arbeit bezeugt hat. Schon während der Zeit seines Spitaldienstes wendete Braune sein Interesse der chirurgischen Anatomie und der Operationslehre zu. Im Sommer 1860 habilitirte er sich, und er las während der ersten Semester kleinere chirurgische Vorlesungen, über Bandagenlehre, über chirurgische Diagnostik und über einzelne Kapitel der topographischen Anatomie. In der Folge unterstützte er, mit Genehmigung des Ministeriums, Günther bei den chirurgischen Operationsübungen, und nachdem Günther 1866 an der Cholera gestorben und durch Thiersch ersetzt worden war, blieb Braune noch eine Reihe von Jahren hindurch (bis 1874) bei den Operationsübungen betheiligt.

Im Winter 1862—63, gleich nach seinem Austritt aus dem Krankenhause, machte Braune im Auftrage des Ministeriums eine Reise durch Deutschland, Belgien und Frankreich, um die verschiedenen Unterrichtsanstalten für die Ausbildung zukünftiger Militärärzte kennen zu lernen. In einem hierüber erstatteten Berichte beantragte er die Einrichtung passender Curse an der Universität, und er las von da ab neben Operationslehre und topographischer Anatomie regelmässig Kriegschirurgie. Auch suchte er als Assistent am Operationscurse und in der Anatomie für Hebung des bezüglichen Unterrichtes zu wirken. Als dann 1864 der dänische Krieg ausbrach, zog er als freiwilliger Arzt mit und war, theils in den Hospitälern, theils in der Schlachtenlinie thätig, wie er u. a. an den Gefechten vor Düppel Theil genommen hat.

Die auf diesem Gebiete erreichten Erfolge veranlassten ihn 1866, beim Ministerium darum einzukommen, dass eine besondere Stelle für Kriegsheilkunde begründet werden möge. Die Facultät sprach sich bei dem Anlass sehr günstig über Braune's Befähigung und Lehrthätigkeit aus, ohne indessen die Kriegsheilkunde als akademisches Fach besonders zu befürworten. Braune wurde daraufhin am 12. Mai 1866, kurz vor Ausbruch des böhmischen Krieges, zum Professor extraordin. ernannt mit der Verpflichtung Kriegsheilkunde zu lesen, bei Operationsübungen für Militärärzte mitzuwirken und an den Praeparirübungen fernerhin Theil zu nehmen. In letzterer Hinsicht suchte Braune dadurch auf ältere Mediciner zu wirken, dass er in Verbindung mit Eduard Weber von 1867 ab besondere Praeparirübungen „für Kliniker“ anzeigte. Dieser sein damaliger Lieblingsgedanke ist in der Folge auf allerlei äussere Schwierigkeiten gestossen und musste schliesslich von 1874 an aufgegeben werden.

Nach Vollendung seines Spitaldienstes und seiner Studienreisen hatte sich Braune im Herbst 1863 mit der Tochter von E. H. Weber verheirathet und als praktischer Arzt zu wirken begonnen. In dieser Eigen-

schaft wurde er vermöge seiner Persönlichkeit rasch beliebt, und als er mit Uebernahme des Ordinariates 1872 die Praxis wieder aufgab, da verblieb ihm nichtsdestoweniger die Anhänglichkeit aller der Familien, die er behandelt hatte, und diese fühlten sich glücklich, auch in späteren Jahren noch auf ihn als Freund und als Rathgeber zählen zu können.

Eine grosse Bedeutung für Braune's Leben beansprucht seine Betheiligung an den Kriegen der Jahre 1864, 1866 und 1870—71. Seiner Thätigkeit im dänischen Feldzuge ist soeben gedacht worden. Noch wichtiger wurde für ihn die Theilnahme am böhmischen Feldzuge. Auch diesmal hatte er sich freiwillig zur Verfügung gestellt, und seine aufopfernden Leistungen während den Schlachten von Gitschin und Königsgrätz, sowie in der nachfolgenden Zeit, haben bald die Aufmerksamkeit übergeordneter Kreise auf ihn hingelenkt, wie er denn auch mit hohen Orden ausgezeichnet aus dem Kriege zurückgekehrt ist. In dem von den Preussen bis zum Friedensschluss cernirten Königgrätz lagen zahlreiche verwundete Sachsen ohne ärztliche Pflege in den Kasematten herum. Braune wusste sich beim Commando der preussischen Cernirungstruppen den Eintritt in die Festung zu erwirken, und er organisirte hier mit einigen Collegen den nöthigen Lazarethdienst. Bezeichnend für Braune's Wesen ist folgender Zug: Einem der verwundeten höheren sächsischen Offiziere sollte der Arm abgenommen werden; Braune widersetzte sich der Amputation, verbürgte sich für die Heilung, und nach erfolgtem Friedensschluss nahm er den Offizier mit sich nach Leipzig und verpflegte ihn Monate lang im eigenen Hause, bis er sein Wort eingelöst hatte.

Den Krieg von 1870—71 hat Braune neben Thiersch und B. Schmidt als consultirender Generalarzt des sächsischen Armeecorps mitgemacht. Er war bei den grossen Schlachten von St. Privat und von Sedan, weiterhin bei der Belagerung von Paris und den Ausfällen von Champigny und Brie zugegen, und überall wusste er am richtigen Orte seinen Mann zu stellen. Nebenher darf ich wohl hervorheben, dass Braune, obwohl er im feindlichen Lager den Franzosen gegenüber gestanden hat, deren geistige Veranlagung und Leistungen doch ausserordentlich hoch schätzte. Er hat es zeitlebens als ein ganz besonderes Unglück beklagt, dass die zwei Nationen, die eigentlich darauf angewiesen sind, sich in Förderung der Culturbewegung zu ergänzen und auch hinsichtlich ihrer beiderseitigen Interessen sich gegenseitig in die Hände zu arbeiten, durch die Ungunst der Verhältnisse auf Menschenalter hinaus in gespannte Verhältnisse zu einander gestellt sind.

Auch während des französischen Krieges war Braune mit vielen der maassgebenden Männer in persönliche Berührung gekommen. Auch diesmal wurden ihm hohe Auszeichnungen zu Theil. Er war noch mehr denn

zuvor bei der Regierung wohl angesehen und seine weitere Entwickelung wurde in wohlwollendster Weise gefördert. Braune selbst aber hat in seinem bescheidenem Sinne das gewonnene Ansehen niemals auszunützen gesucht, er trat überall zurück und nahm für sich keinerlei Stellung an, die er nicht vollauf auszufüllen überzeugt war.

Ich kehre nach Erwähnung dieser Verhältnisse zu der Entwickelung von Braune's wissenschaftlicher Thätigkeit während der sechziger Jahre zurück. Auf die Dissertation und auf einige kleinere, während des Spitaldienstes veröffentlichte Aufsätze folgte 1862 als erste umfassendere Arbeit die mit 20 Tafeln ausgestattete und Prof. Günther gewidmete Monographie „Ueber die Doppelbildungen und angeborenen Geschwülste der Kreuzbeingegend.“ Braune hatte auf der Günther'schen Klinik einen Fall von congenitaler Sacralgeschwulst beobachtet und dies wurde für ihn der Anlass zu einer sorgfältigen Durcharbeitung der bezüglichen Literatur und der in deutschen Museen vorhandenen Praeparate. Es gelang ihm im Ganzen 161 Fälle zusammenzubringen, von denen 56 Doppelbildungen, 95 eigentliche Sacralgeschwülste waren. In eingehender Weise discutirte er diese Fälle nach ihrer Entstehungsweise, ihren Unterscheidungsmerkmalen, ihrer Prognose und operativen Behandlung. Die Schrift zeigt durchweg das Bestreben, den thatsächlichen Boden des Gebietes möglichst sicher zu stellen. „Der Werth der allgemeinen Besprechungen, so äussert sich Braune in seiner Vorrede, wechselt mit dem Charakter der Anschauungen jeder Zeitperiode, wogegen eine Ordnung und Sichtung des Beobachtungsmateriales eine bleibende Bedeutung beansprucht.“

Beschränkte sich diese erste Monographie auf ein von nur Wenigen begangenes Specialgebiet, so erwies sich die von Braune einige Jahre später begonnene Unternehmung als eine solche, welche ihm den Dank der Fachgenossen aus weitesten Kreisen zusichern musste. Der topographisch-anatomische Atlas von Braune ist dasjenige Werk, welches seinen Namen bei Anatomen, Aerzten, Chirurgen und Geburtshelfern der gesammten Welt rasch zu einem sehr populären gemacht hat, und das als ein fester Pfeiler unserer anatomischen Litteratur auch in späten Perioden seinen Werth bewahren wird.

Der Gedanke, Leichen so fest gefrieren zu lassen, dass sie mit der Säge schneidbar werden, und die durch Zersägen gewonnenen Scheiben im Einzelnen topographisch durchzuarbeiten, war schon verschiedenen Anatomen gekommen. In der Vorrede zur ersten Auflage bezeichnet Braune Eduard Weber als denjenigen, welcher zuerst (1836) die Gefriermethode empfohlen hat, in einer späteren Auflage citirt er einen holländischen Arzt P. de Riemer als noch früheren, schon in's Jahr 1818 heraufreichenden Vorgänger. Luschka, Le Gendre, Henle, B. Schmidt, Volz u. A. hatten gelegentlich von der Methode Gebrauch gemacht, vor allem aber

hatte der russische Chirurg N. Pirogoff dieselbe in umfassendster Weise zur Verwendung gezogen.[1] Pirogoff's Atlas besteht aus über 200 Tafeln, er repraesentirt somit eine ganze anatomische Sammlung, und durch ihn ist die Wissenschaft mit einer Fülle von neuen Anschauungen bereichert worden. Derselbe gewinnt für den Arzt noch dadurch eine besondere Bedeutung, dass er zahlreiche pathologische Darstellungen enthält, wodurch die von krankhaften Processen eingeleiteten Verschiebungen der Körpertheile gegen einander erläutert werden. Das Werk von Pigoroff ist selten und kostbar, allein hiervon ganz abgesehen behält der Braune'sche Atlas ihm gegenüber seinen durchaus eigenthümlichen Werth, und seine nach verschiedenen Seiten hin ausgesprochene Ueberlegenheit. Die Kritik in der Auswahl und in der bis in's Einzelne ausgeführten Durcharbeitung des Materials geht bei Braune erheblich weiter als bei Pirogoff, ebenso die Sorgfalt, welche auf die künstlerische Ausführung der Tafeln verwendet wurde. Dazu kommt der äusserliche Vortheil, dass die Anwendung von Farben den Braune'schen Tafeln eine wesentlich erhöhte Uebersichtlichkeit verleiht.

Es mag auf den ersten Blick ziemlich einfach erscheinen, ein solches Werk herzustellen: „Man lässt die Leichen gefrieren, durch einen Tischler in Scheiben schneiden, durch einen Künstler zeichnen und lithographiren, und das Ganze ist beisammen.“ Vergleicht man indessen Braune's Tafeln mit zahlreichen anderen, die zum Theil vor, zum Theil nach denselben veröffentlicht worden sind, so überzeugt man sich bald, dass eine Reihe von besonderen Eigenschaften vereinigt sein müssen, um einen Mann zur mustergültigen Schaffung eines solchen Werkes zu befähigen. In erster Linie gehörte zu dem Unternehmen eine nicht geringe Energie. Pirogoff konnte in seinem nordischen Klima die Leichen ruhig einige Tage bei —15° R. in's Freie legen, um sie zum Sägen herzurichten. Hier waren erst die Methoden auszustudiren, um nach Grad und Dauer die nöthige Kälte ausfindig zu machen. Braune erreichte sein Ziel mittels Kältegemisch. Damit die Schnitte ein klares Bild gaben, reinigte er sie von den anhaftenden Sägespänen und übergoss sie dann mit einer dünnen Wasserschicht, welche er angefrieren liess. Auf diese konnte ein durchsichtiges Papier aufgelegt werden, und nun waren die sämmtlichen sichtbaren Conturen auf das Papier umzupausen. Jedes Aufthauen der Oberfläche war dabei sorgfältig zu vermeiden, denn dies hätte sofort zur Verschiebung der Theile und zu Unschärfen der Flächenzeichnung geführt. Die also fixirten Conturen bildeten die Grundlage der zu entwerfenden Zeichnung, aber nun

[1] N. Pirogoff, *Anatome topographica*, sectionibus per corpus humanum congelatum triplici directione ductis illustrata. Petersburg 1859. Der Atlas umfasst 12 Hefte in Folio mit 213 Tafeln.



galt es, das Praeparat im besonderen so zu durcharbeiten, dass jede Einzelnheit zu ihrem Rechte kam. Vielfach war es dabei auch nöthig, feinere Durchschnitte der Theile anzufertigen und dieselben mikroskopisch zu untersuchen. Diese Durcharbeitung nahm viel Zeit und äusserste Sorgfalt in Anspruch. Erst nach dieser Vorarbeit konnte die eigentliche Zeichnung unternommen werden, die nun einen Feldzug für sich bedeutete. Wer jemals anatomische Gegenstände durch Künstler hat zeichnen lassen, der weiss, welche Mühe dazu gehört, ein fremdes Auge und eine fremde Hand dazu zu bringen, dass sie dasjenige correct wiedergeben, was das wissenschaftlich geschulte Auge an dem Objecte zu sehen vermag. Der Künstler darf nichts zeichnen, was er nicht selber sieht, aber er soll auch nichts zeichnen, was er nicht anatomisch verstanden hat. Braune hatte die Gabe, sich seine Künstler allmählich zu erziehen, und sie sind ihm später alle für diese Erziehung dankbar gewesen.

Die weitere Bedingung zur guten Herstellung eines solchen Werkes ist ein geläuterter künstlerischer Geschmack. So gross die Menge der Kupferwerke und Tafeln ist, welche die anatomische Literatur aufweist, so gering ist doch die Zahl derjenigen, welche als wahrhaft befriedigend sich erwiesen haben. Die Tafelwerke von Vesal, von Albin, von A. von Haller, von Soemmering, von Tiedemann und von Arnold, sie sind sich immer nur in grossen Zeitintervallen gefolgt, und dazwischen sind gar viele Kupferwerke entstanden, denen man entweder ansieht, dass bei ihrer Herstellung das künstlerische oder das Anatomenauge gefehlt hat, oder dass keines von beiden vorhanden gewesen ist. Braune war eine von den wenigen bevorzugten Naturen, welche im Stande sind, anatomische Kupferwerke grösseren Styles zu Stande zu bringen, und ich habe diese Gabe an ihm immer besonders bewundert und hochgeschätzt. Ueber seine maassgebenden Grundsätze hat er sich übrigens in der dritten Auflage seines Atlas selber ausgesprochen: „Ich lege, so sagt er, gerade auf die peinliche Sorgfalt bei der Anlage anatomischer Zeichnungen besonderes Gewicht und kann die skizzenhafte schematisirende Art mancher anatomischer Zeichnungen nicht für sachgemäss halten. Wenn es sich darum handelt, einen so fein ausgebildeten Mechanismus, wie der menschliche Körper ihn bietet, abzubilden, so muss jede einzelne Linie mit der grössten Sorgfalt treu nach der Natur copirt werden. Die vollendetste Technik ist bei der Reproduction gerade gut genug, um der hohen Aufgabe anatomischer Bilder gerecht zu werden. Es soll, so fährt Braune fort, mich nur freuen, wenn nach diesen Grundsätzen weiter gearbeitet wird, und Bilder gewonnen werden mit noch besserer Durcharbeitung und vollkommenerer Technik als die von mir gebotenen.“

Das erste Heft des Braune'schen Atlas erschien 1867, es enthielt die

seitdem classisch gewordenen Medianschnitte eines kräftigen männlichen und eines weiblichen Körpers. Die Vorarbeiten dazu reichen um mehrere Jahre zurück. Das gesammte Werk mit seinen 33 Tafeln wurde 1872 vollendet. Die letzten Tafeln brachten die so wichtigen Durchschnitte durch die Körper eines hoch schwangeren und eines in der Geburt verstorbenen Weibes. Der Text giebt eine sehr sorgfältige Kritik aller einzelnen Verhältnisse nebst einer Discussion der Ergebnisse anderer Darsteller, Le Gendre's, Pirogoff's u. A. m. In einigen Theilen gewinnen die Textcapitel die Bedeutung besonderer Monographien.

Beim medicinischen Publicum hat Braune's Atlas eine sehr dankbare Aufnahme gefunden. Schon im Jahre 1875 musste eine zweite, und 1888 eine dritte Auflage des grossen Werkes herausgegeben werden. Der Text wurde besonders in der letzten Ausgabe sehr eingehend und unter Berücksichtigung der neueren bezüglichen Litteratur überarbeitet. Eine durch Photographie reducirte Ausgabe des Atlas, 1875 erschienen, hat das Werk auch weiteren ärztlichen Kreisen und Studierenden zugänglich gemacht. Diese kleine Ausgabe ist von Bellamy in's Englische übersetzt worden und hat sehr grossen Absatz erworben.

In späteren Jahren hat Braune für die Anstaltssammlung und, aus Gefälligkeit, auch für Andere noch wiederholt Schnittreihen angelegt, und er hat eine Methode ausgebildet, um durch Aufthauen in starkem Alkohol die Schnitte aufbewahrungsfähig zu machen. Die Zumuthung, den Atlas durch fernere Tafeln zu erweitern, hat er indessen stets abgelehnt, weil er die Aufgabe für unerschöpflich, die Grundlagen aber für gegeben ansah. Nur einmal noch, im Jahre 1890, hat er sich durch seinen Collegen Zweifel zur vollen Durcharbeitung des Körpers einer Hochschwangeren bestimmen lassen und diese Ergebnisse sind unter gemeinsamen Namen der beiden Gelehrten in einem Atlas von 12 Tafeln veröffentlicht worden.

Eine 1871 erschienene Schrift über die Oberschenkelvenen des Menschen bezeichnet für Braune den ersten Schritt in ein neues Arbeitsgebiet, in dasjenige der viel vernachlässigten Venen. Durch Auffindung neuer leitender Gesichtspunkte ist es ihm gelungen, den Venen und zugleich auch den nicht minder missachteten Fascien ein frisches Interesse abzugewinnen. Er hat dann in der Folge die Venen mit besonderer Vorliebe weiter bearbeitet und durch Schüler bearbeiten lassen. Die Ergebnisse seiner Studien finden sich theils in einzelnen Monographien, theilweise aber in einem gross angelegten Tafelwerk „Das Venensystem des menschlichen Körpers", 1884 bis 1889 veröffentlicht, von welchem zwei Hefte vollendet vorliegen.

Der Einfluss der Muskelbewegungen auf die Beförderung des Blutstromes in den Venen war längst bekannt, und man war gewöhnt, denselben ausschliesslich auf eine directe Compression der letzteren durch die

sich contrahirenden Muskeln zu beziehen. Braune hat nun seinerseits erkannt, dass die als Sammelgefässe functionirenden Kanalstücke an zahlreichen Stellen des Körpers zu den Fascien in ganz bestimmte Beziehung treten, derart, dass dadurch Saugapparate hergestellt werden, welche das Blut aus den Zweigbezirken anziehen und Druckapparate, welche dasselbe den Hauptstämmen zutreiben.[1] Die Schenkelvene z. B. füllt sich an ihrem Uebergangsstück zur Bauchhöhle bei gewissen Bewegungen des Beines an, bei anderen wird sie blutleer und fällt zusammen. Hebung und Beugung des Oberschenkels bedingen strotzende Füllung der Schenkelvene, Streckung und Auswärtsrollung dagegen führen zu deren Erschlaffung und Entleerung. Mittels eines eingebundenen Manometers bestimmte Braune an den Leichen den bei bestimmter Bewegung eintretenden negativen Druck auf $^1/_2$ bis 1 ^{cm} Wasser. Sowie eine Stellungsänderung eintrat, wurde der Druck positiv. Braune hat dann die besonderen Einrichtungen studirt, welche die Abhängigkeit des Venendruckes von den Körperbewegungen bedingen, und er hat den Nachweis geführt, dass Saug- und Druckvorrichtungen überall da angebracht sind, wo eine Anzahl von oberflächlich liegenden Venen in einen tiefer gelegenen Stamm einmünden. An solchen Stellen pflegen die Uebergangsstrecken der Venen (und dasselbe gilt von den Lymphgefässen) durch scharf ausgeprägte Fascienbögen überbrückt zu sein, deren Anspannung zu einer Ausweitung des unterliegenden Raumes führt und den Druck in den anstossenden Räumen herabsetzt oder negativ macht. Als solche Stellen lehrte Braune schon in seiner ersten Venenarbeit die Kniekehle und die Ellenbeuge, sowie die Gegend unter dem Schlüsselbein und den Venenwinkel des Halses kennen, späterhin hat er aber deren Zahl sehr vervielfältigt und gezeigt, dass die Venenzusammenflüsse solcher Stellen sich stets durch ihren Verzweigungstypus bestimmt charakterisiren, derart, dass man aus der Form der Venenverzweigung auf das Vorhandensein besonderer Circulationsmechanismen oder Saugherzen, wie sie Braune nennt, schliessen kann. Allein auch die Bauchhöhle im Ganzen, als „Vorkammer des Brustraumes“ erweist sich als ein mächtiger Saugmechanismus, da in ihr der Druck, wenigstens vorübergehend, negativ ist. So ist es zu verstehen, dass die Hautvenen der Bauchwand an verschiedenen Stellen in das Innere eindringen, wobei die Anordnung der Klappen stets die Richtung bezeichnet, welche dem Strom anatomischerseits vorgeschrieben ist. Das Princip, dass das Blut stets nach der Richtung geringen Druckes strömt, ist für den Strom innerhalb der Gefässe selbsverständlich, allein Braune hat dieses Princip erheblich erweitert durch den Nachweis, dass die ge-

[1] Eine erste Mittheilung hierüber hat Braune in den *Berichte der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften* gegeben. Bericht vom 31. October 1870.

sammte Anordnung des Venensystems demselben unterworfen ist, und dass im Körper allenthalben die aus den Wurzelgebieten hervorgehenden Stämme der Richtung geringsten Druckes folgen. Mit Hülfe dieses Princips ist es ihm gelungen, die Vertheilung der Venen, die Anordnung ihrer Stämme, ihrer Klappen und ihrer Geflechte, ihre Beziehungen zu den Muskeln, zu den Fascien, zu den Arterien und zu den Lymphgefässen als eine äusserst sinnvolle Gesammteinrichtung einheitlich zu verstehen und klar zu legen.[1]

Braune hat übrigens noch ein besonderes Förderungsmittel der Venencirculation in der abwechselnden Streckung und Verkürzung der Venenstämme selber entdeckt.[2] Jede Streckung der Gefässröhren vergrössert deren Binnenraum und wirkt ansaugend. Dies lässt sich als eine rein physikalische Erscheinung an beliebigen elastischen Röhren, z. B. an Gummiröhren darthun, welche man mit passenden Ventilvorrichtungen versehen hat. Durch den Zug wird das Rohr verlängert, zugleich wird aber die angespannte Wand widerstandsfähiger gegen den Druck der Luft, eine entsprechende Verengerung des Rohres kommt somit nicht zu Stande, und der Längenzuwachs des Rohres führt zugleich zu einem Raumzuwachs. Braune hat sich übrigens nicht mit der allgemeinen Feststellung des erreichten Einflusses begnügt, sondern durch Messungen an der Leiche den Umfang und die Tragweite desselben quantitativ zu ermitteln gesucht und dabei auch Elasticitätsbestimmungen grösserer Venenstämme vorgenommen. In sehr ansprechender Weise erklärt er den bekannten Drang zum Sichstrecken, der nach einer länger eingenommenen zusammengebückten Stellung sich geltend macht, als einen instinktiven Trieb zur Beförderung der gehemmten Venencirculation.

Braune hat, wie bei allen seinen anatomischen Forschungen, auch bei seinen Venenarbeiten die praktische Seite der Fragen nie aus dem Auge verloren. Schon die Arbeit über die Schenkelvenen enthielt einen klinischen Theil, in welchem die Fragen vom Lufteintritt in die aufgeschnittenen Venen, von den Venenblutungen und von den Folgen von Ligaturen ausführlich besprochen werden. Von besonderem Interesse ist seine, im grossen Venenwerk ausgesprochene Ansicht über die Behandlung der Venenentzündungen: „Es ist nichts fehlerhafter und gefährlicher, sagt er, als bei Venenentzündungen an den Beinen die absolut horizontale Lage des Körpers in's Unbestimmte zu verlängern, namentlich bei älteren Leuten. Durch

---

[1] Eine allgemeine Darstellung seiner leitenden Gesichtspunkte gibt Braune im Eingang zum Text des grossen Venen-Atlas. Heft I. S. 1—13.

[2] Zuerst publicirt in der Festschrift zum 25-jährigen Professorenjubiläum von C. Ludwig. 1874.

Verminderung des hydrostatischen Druckes wird nur ein Theil der Schädlichkeiten gehoben, die Circulation kann durch dauernde Ruhe nicht vollständig wieder in Gang gebracht werden, hier müssen Muskelbewegungen mithelfen, um durch Entfernung des stauenden Blutes die entzündeten Organe zu entlasten.“ Diesen Grundsatz hatte Braune, der wiederholt an Venenentzündung des Beines gelitten hat, Gelegenheit an sich selber zu erproben, und ich erinnere mich noch lebhaft des einen Falles, da ihm sein Arzt eine sechs- bis achtwöchentliche absolute Bettruhe verordnet hatte, und er daraufhin die Cur in die eigenen Hände nahm und sich in der That durch systematisch eingeleitete und Anfangs mit heftigen Schmerzen verbundene Bewegungen verhältnissmässig rasch wieder hergestellt hat.

Ich kehre nach diesem wieder auf die Entwickelung von Braune's äusserem Lebensgang zurück. Im Mai des Jahres 1871 starb Eduard Weber, der bis zuletzt unter seinem Bruder Ernst Heinrich die Stelle eines Prosectors eingenommen hatte, und bald darauf trat E. H. Weber nach 50 Jahren eines mit den höchsten Ehren geführten Ordinariates von seiner Stellung zurück. So war die anatomische Anstalt auf einige Zeit verwaist, und Braune der Einzige, welcher an ihr weiter lehrte. Eine Zeit lang hatten sich maassgebende Facultätsglieder mit dem Gedanken getragen, W. Braune und dem am physiologischen Institute wirkenden Histologen F. Schweigger-Seidel die Nachfolge E. H. Weber's zu übertragen. F. Schweigger-Seidel starb indessen, bevor dieser Gedanke Gestalt gewinnen konnte (im August 1871), und Braune lehnte es, ohne dass es zu eigentlichen Facultätsverhandlungen gekommen wäre, ab, die Verantwortlichkeit der Stelle zu übernehmen. Es fand nun die Berufung von Max Schultze statt, welcher erst annahm und dann wieder reuig wurde. Der daraufhin angefragte N. Lieberkühn lehnte gleichfalls ab, und schliesslich wurde im März des Jahres 1872 die anatomische Professur mir übergeben. Gleichzeitig wurde vom Ministerium W. Braune zum Ordinarius für topographische Anatomie ernannt, und so haben wir beide, die wir uns auch im Alter bis auf einen Unterschied weniger Tage gleich standen, gleichzeitig unseren Wirkungskreis zugewiesen bekommen. Während der 20 Jahre gemeinsamer Arbeit haben wir uns aber so sehr in einander eingelebt, dass es mir jetzt, da ich den Genossen verloren habe, zu Muthe ist, als habe ich durch einen bösen Zufall eine schwere Verstümmelung erlitten. Täglich haben wir uns alle die Zeit hindurch gesehen, alle auf die Anstalt, auf den Unterricht, auf die Facultät und auf unsere Wissenschaft bezüglichen Fragen mit einander durchbesprochen. Auch Freuden und Sorgen des Hauses waren wir gewöhnt, mit einander zu theilen, und jeder von uns wusste, dass er bei schwierigen Entscheidungen am Anderen einen sachlich urtheilenden und unbefangen sich aussprechenden Rathgeber zur Seite hatte.

Braune's Stellung war, wenigstens für mich, im Anfang keine ganz klare. Mein eigenes Anstellungsdecret übertrug mir, ohne jegliche Einschränkung „die ordentliche Professur der Anatomie und die Direction der anatomischen Anstalt". Während der Unterhandlungen war mir indessen Seitens eines Facultätsmitgliedes mitgetheilt worden, dass der damalige Prof. extraord. Braune für topographische Anatomie bestimmt sei, und im Anatomiegebäude vortragen werde. Wenige Tage nach meiner Anstellung schrieb mir Braune selber, dass er zum ordentlichen Professor der topographischen Anatomie ernannt worden sei, dass er nunmehr seine Praxis aufgeben werde, und dass er neben dem Nominalfach auch noch chirurgische Operationslehre und Kriegschirurgie zu lehren habe. Die Einschiebung dieses zweiten Ordinariates in die mir übergebene Anstalt geschah völlig unvermittelt, und ohne dass mir das Ministerium zuvor Anlass gegeben hätte, mich über die Abgrenzung der beiderseitigen Thätigkeit mit dem in Aussicht genommenen zweiten Ordinarius auseinanderzusetzen. Auch hatte ich, auf Veranlassung der Facultät, einen besonderen Prosector, den soeben erst von München nach Basel gekommenen Dr. Rauber mitgebracht, in dessen natürliches Ausdehnungsgebiet die Braune'sche Stellung vielfach hineingriff. So ergaben sich zunächst allerlei organisatorische Schwierigkeiten, welche zu ernsthaften Gefahren hätten führen können, wäre nicht beiderseits der gute Wille vorhanden gewesen, in freundschaftlichem Zusammenwirken die gemeinsame Aufgabe zu fördern und den uns anvertrauten Unterricht nach Kräften zu heben. In der That wäre es schwer gewesen, mit Braune auf einem anderen, als dem allerfreundschaftlichsten Fusse zu leben. Schon bei meiner Herkunft war er mir in ebenso warmherziger als offener Weise entgegengekommen, und hatte mir und meiner Familie das Einleben in Leipzig nach allen Richtungen zu erleichtern gewusst, und da gleich anfangs meine Kinder schwer erkrankten, hat er mir den treuesten Beistand geleistet. So konnte ich keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, dass ich an Braune einen Freund für's Leben gewonnen hatte.

Immerhin hat es einige Jahre gedauert, bis das befriedigende Gleichgewicht gefunden war. Zunächst stellte es sich bald heraus, dass die aus der Entwickelungszeit vor 1866 herübergenommenen Nebenfächer Braune's im Jahre 1872 ihren natürlichen Boden verloren hatten. Die Betheiligung Braune's an den Operationsübungen war nach dem Eintritt eines in voller Arbeitskraft stehenden. von tüchtigen Assistenten umgebenen Chirurgen entbehrlich geworden. Allein auch die Vertretung der Kriegschirurgie wurde gegenstandslos, nachdem der 1870 in's Amt getretene Generalarzt Roth in Dresden alle Veranstaltungen getroffen hatte, welche für die besondere Ausbildung von Militärärzten erforderlich sind. Die topographische

Anatomie, die denn schliesslich nur ein Theilzweig der Gesammtanatomie ist, konnte als Lehrfach die Thätigkeit eines Mannes nicht ausfüllen, und die von Braune anfangs noch fortgeführten besonderen Praeparirübungen für Studirende der klinischen Semester wurden dadurch beeinträchtigt, dass der Director der geburtshülflichen Klinik seinen Zuhörern die Theilnahme daran verbot. Braune trat, um sein Arbeitsgebiet zu erweitern, von Anfang ab mit dem Wunsche an mich heran, dass ich ihm Theile der systematischen Anatomie abtreten möchte. Eine Gelegenheit zu einer endgültigen Regelung unserer beiderseitigen Thätigkeit ergab sich, als 1875 der bisherige Prosector seine Stellung verliess. Von da ab konnte ich Braune gewisse Abschnitte der systematischen Vorlesung fest übergeben und ihn als Theilnehmer in den Praeparirsaal mit aufnehmen. Mittlerweile war, nach Schwalbe's Weggang nach Jena und nach Erbauung der neuen Anatomie, auch die Möglichkeit gegeben, dem histologischen Unterricht an unserer Anstalt wieder eine Stätte zu schaffen, nachdem derselbe seine Zuflucht vor der Ungunst äusserer Verhältnisse eine Zeit lang ausschliesslich in der physiologischen Anstalt gefunden hatte. So gelangten wir zu jener Organisation des Unterrichtes, welche wir bis zu Braune's Tode ziemlich unverändert beibehalten haben. Braune las ausser der topographischen Anatomie die Knochen-, Bänder-, Muskel- und Gefässlehre, ich selber die übrigen Abschnitte der Anatomie, sowie die allgemeine Histologie und die Entwickelungsgeschichte. Die früher in Verbindung mit dem Prosector geführten histologischen Curse habe ich seit mehreren Jahren dem Letzteren ganz übergeben. Im Praeparirsaal sind wir durch die Erfahrung dahin geführt worden, dass Braune mit dem Prosector hauptsächlich die Muskelpraeparanten anleitete, während die Studierenden des zweiten Jahrganges, die Gefäss- und die Nervenpraeparanten, vorwiegend in meiner Abtheilung des Saales arbeiteten. Ich hatte insofern den Vortheil dieser Einrichtung, als die in Braune's Muskelsaal angeleiteten Studenten von da aus eine sehr sichere Schulung zu praeciser Arbeit mitzubringen pflegten. Auch ist es mir in der Regel schon in den ersten Tagen des Semesters möglich gewesen, zu erkennen, wer von den jungen Leuten unter Braune praeparirt hatte, und wer von auswärts kam.

Braune war nicht nur ein sehr gewissenhafter, er war auch ein durchaus freudiger Lehrer. Er war glücklich, wenn er im Praeparirsaale den schaarenweise ihn umgebenden Zuhörern den Sinn der blossgelegten anatomischen Einrichtungen erläutern konnte, er fand einen Genuss an jedem sorgfältigen Praeparate eines seiner Schüler, und war, wenn er ein solches traf, auch nicht sparsam mit Worten des Lobes und der Aufmunterung. Anderntheils aber empfand und rügte er es als persönliche Beleidigung, wenn die Leute verdrossen oder nachlässig waren, oder wenn

sie gar von der Arbeit wegblieben. Stiess er bei einem seiner Praeparanten auf eine interessante oder auf eine besonders gut dargestellte Einzelnheit, so wurde ich herbeigeholt, oder es wurde mir das Praeparat herübergebracht, wie ich mich denn auch meinerseits nicht scheute, Braune zu holen, wenn ich glaubte, dass in meiner Abtheilung etwas für ihn Sehenswerthes sei. Während der frühen Morgenstunden zwischen 9 bis 12 wurde der grössere Haufen der Praeparanten erledigt. Von da ab pflegte sich Braune mit einem oder einigen der besonders eifrig Studierenden, oder wohl auch mit einem der auswärtigen Doctoren zusammenzusetzen und irgend eine Region genauer durchzuarbeiten und zu demonstriren. Sein Grundsatz war der, dass der Studierende an sein Praeparat heranzugehen habe wie an eine wissenschaftliche Specialarbeit, und dass er nicht davon lassen dürfe, er habe es denn bis in alle seine Einzelheiten erschöpft. So wirkte er im besten Sinne des Wortes erzieherisch auf die jungen Leute, erzieherisch nicht nur durch das trockene Wort, sondern vor Allem durch das Beispiel der eigenen Wärme und hingebenden Treue im Beruf, sowie durch den idealen Schwung seines gesammten Wesens.

Auch als Vorlesungsdocent war Braune in hohem Grade gewissenhaft. Er pflegte den in einer Stunde zu behandelnden Gegenstand umfassend vorzubereiten, und besonders auch bei der Anlage instructiver Zeichnungen keine Zeit zu sparen. Er war, und darin begegneten sich unsere beiderseitigen Auffassungen, ein abgesagter Feind aller groben anatomischen Schemata. Mit unseren Zeichnungen prägen wir dem Studierenden Formen ein, die in seinem Gedächtniss haften sollen. Sind nun, dem angeblichen Verständniss zu lieb, diese Formen unwahr, so versündigen wir uns an dem Studierenden, der eben die unwahren Formen behalten und später als unbrauchbare Vorstellungen weiter verwenden wird. Unsere Aufgabe muss es nicht sein, an Stelle der vorhandenen Formen vermeintlich vereinfachte, nicht vorhandene zu setzen, sondern die vorhandenen Formen so klar zur Anschauung zu bringen, dass sie sich im Gedächtniss als ein verständliches und damit auch einfaches Bild festsetzen. Die Fälle sind selten, wo sich nicht durch richtige Auswahl der Mittel das angegebene Ziel erreichen lässt.

Braune hat übrigens keine Gelegenheit versäumt, seine Kenntnisse und seinen Gesichtskreis zu erweitern. Als 1865 C. Ludwig hierher kam, wurde Braune sofort einer seiner eifrigsten Zuhörer, ebenso hat er späterhin meine eigenen Vorlesungen über Histologie und Entwickelungsgeschichte besucht, und die Tafelzeichnungen meiner anatomischen Vorlesungen eigenhändig copirt. Noch im letzten Wintersemester hat er, trotz des Dranges anderweitiger Geschäfte, die Zeit erübrigt, bei Collegen Flechsig eine Special-

vorlesung über den Bau des Gehirnes zu besuchen und dieselbe fleissig auszuarbeiten und nachzuzeichnen.

Im Laboratorium wirkte Braune sehr anregend, wie sich dies schon aus der grossen Zahl von Arbeiten ergiebt, die unter ihm ausgeführt worden sind.[1] Er war immer voll von Ideen und Plänen und besass die von mir oft beneidete Gabe, an richtiger Stelle Andere arbeiten zu lassen; dabei war er grossmüthig in der Hergabe seines Materiales und seiner Ideen. Eine Reihe von Arbeiten sind veröffentlicht, in denen sein Name kaum in der Einleitung verzeichnet ist, während dieselben doch sein geistiges Eigenthum und mit seinem Material geschaffen waren. In einzeinen Fällen ist es wohl auch vorgekommen, dass übereifrige Landsleute auswärtiger Schüler den Lehrer auf Kosten des Schülers herabzusetzen gesucht haben, Vorkommnisse, die indessen Braune nur sehr vorübergehend verstimmt und niemals zu einer Aenderung seines Verhaltens jungen Männern gegenüber veranlasst haben.

In Betreff der verschiedenen Sonderarbeiten über einzelne Fragen der Anatomie, welche Braune, theils allein, theils mit seinen Schülern veröffentlicht hat, verweise ich auf das untenstehende Litteraturverzeichniss. Sie bilden eine, neben Braune's grösseren Unternehmungen hergehende Reihe, und die meisten derselben räumen auf mit älteren fehlerhaften oder ungenauen Vorstellungen und setzen an deren Stelle praecise und klare Anschauungen. Ich erwähne hier die Arbeiten über Form und Befestigung des Duodenums, über die Nebenhöhlen der Nase, über das Verhältniss der Bronchien zu den Lungen, über den Sternalwinkel, sowie die neuesten Arbeiten über die Horizontalebene des Schädels und über das Gewichtsverhältniss der rechten zur linken Hirnhälfte beim Menschen.

Vielleicht die grossartigste, wenn auch keineswegs die populärste von Braune's Arbeitsreihen ist diejenige, aus welcher ihn der Tod hinweggerissen hat. Die Vorlesungen sowohl, als die Arbeiten im Praeparirsaal hatten Braune vielfach an Fragen der Gelenklehre herangeführt. Schon in früheren Aufsätzen (1875 Ligamentum teres, 1879 Ellbogengelenk) hatte er einzelne darauf bezügliche Untersuchungen veröffentlicht. Je mehr er sich indessen in den Gegenstand vertiefte, um so bestimmter kam er zur Ueberzeugung, dass die gewöhnliche Methodik der Anatomen unzureichend ist, und dass alle auf Gelenkbewegungen bezüglichen Arbeiten nur dann

---

[1] Von Browning, Clasen, Delitsch, Fenwick, Flügel, Froriep, Fürst, Garson, Grapow, v. Gubaroff, Hughes, Klotz, Kyrklund, Landerer, Chr. F. Müller, P. Müller, Otis, A. Schütz, G. Schütz, Spalteholz, Stahel, Töpken, v. Teutleben, Trübinger u. A.



einen bleibenden Werth haben, wenn dieselben mit den strengen Hilfsmitteln physikalischer Methodik bearbeitet werden. Er setzte sich demnach mit einem jungen Mathematiker, Dr. Otto Fischer, in Verbindung, mit dem er von 1884 ab bis zu seinem Tode ununterbrochen gearbeitet und mit dem er in der Zeit eine Folge von sechs grösseren Abhandlungen veröffentlicht hat.

Die erste dieser Abhandlungen knüpft an eine Discussion über das Ellbogengelenk an, welche am internationalen medicinischen Congress in Kopenhagen stattgefunden, und bei der sich die Unzulänglichkeit der bisherigen Methodik besonders deutlich herausgestellt hatte. Sie handelt von der bei der Untersuchung von Gelenkbewegungen anzuwendenden Methode und sie geht von einem Satze der mechanischen Bewegungslehre aus, wonach die Bewegung eines beliebig gestalteten Körpers im Raume dann völlig gegeben ist, wenn man die Bewegung von drei fest mit dem Körper verbundenen nicht in einer Ebene liegenden Punkten experimentell festzustellen vermag. Es wurde bei dieser ersten Untersuchung der eine Knochen (Humerus bezw. Ulna) durch Schrauben an eine unbewegliche Unterlage festgestellt, und dem anderen beweglichen Knochen (Ulna bezw. Radius) wurden drei Stäbe fest eingefügt, deren spitze Enden die in ihrer Raumverschiebung zu bestimmenden Punkte darstellten. Die Raumverschiebung wurde mit Rücksicht auf drei zu einander senkrechten Coordinatenebenen gemessen. In Betreff der Einzelnergebnisse der Untersuchung muss ich auf das Original verweisen. Dagegen sind die Ergebnisse der zweiten, 1887 erschienenen Arbeit derart, dass sie ein allgemeines Interesse beanspruchen können. Diese Arbeit bestimmte für einige Fingergelenke und für das Handgelenk die im Leben ausführbaren Bewegungen, und sie führte zu dem bemerkenswerthen Satz, dass von den Bewegungen, welche vermöge des Baues in einem der fraglichen Gelenke ausführbar sind, nur ganz bestimmte wirklich zur Ausführung gelangen. Zu einem ähnlichen Ergebniss war die Physiologie schon vor längerer Zeit in Betreff des Auges gelangt.[1] Das Auge als eine annähernde Kugel ist um eine unendliche Zahl von Axen drehbar, die durch seinen sogenannten Drehpunkt hindurch gehen. Wir pflegen diese Bewegungen zurückzuführen auf solche um drei räumliche Axen, und unterscheiden Hebungen und Senkungen des Auges um eine horizontale Queraxe, Seitwärtsbewegungen um eine vertikale Axe und Raddrehungen um eine durch die Blicklinie gehende Axe. Zur Bestimmung der einzelnen Lagen des Augapfels benutzen wir den Erhebungswinkel der Blicklinie, den Seitenwendungswinkel derselben und den Raddrehungswinkel

---

[1] S. Helmholtz, *Physiologische Optik.* 1. Aufl. S. 457 u. ff.

d. h. den Winkel, welchen der im Auge fest angenommene Netzhauthorizont mit der Blickebene bildet. Nun gilt für die Augenstellungen das sogenannte Donders'sche Orientirungsgesetz, welches besagt, dass für eine jede in Beziehung zum Kopf gegebene Stellung der Blicklinie ein bestimmter unveränderlicher Werth der Raddrehung besteht. Sind die Erhebung und die Seitwärtswendung der Blicklinie gegeben, so ist damit auch der Raddrehungswinkel bestimmt, und dieser kann nicht willkürlich verändert werden. Unter den verschiedenen Augenstellungen giebt es eine, die sogenannte Primärstellung, die sich dadurch characterisirt, dass von ihr aus der Blick gerade nach oben oder nach unten, oder gerade nach rechts oder nach links gewendet werden kann, ohne dass dabei Raddrehung eintritt. Jeder Uebergang dagegen aus einer Secundärstellung in eine andere bedingt unveränderlich dieselbe Reihenfolge von Raddrehungen. Braune und Fischer haben nun zunächst für das Metacarpalgelenk des Mittelfingers den Nachweis geführt, dass die in ihm ablaufenden Bewegungen durchaus ähnlichen Gesetzen folgen, wie das sich bewegende Auge. Einer jeden besonderen Stellung des Mittelfingers mit Beziehung zu seinem Metacarpus entspricht ein ganz bestimmter, willkürlich nicht zu ändernder Grad der Rollung (oder Drehung um seine Längsaxe). Auch für das fragliche Fingergelenk existirt eine Primärstellung, von der ausgehend der Finger sich biegen kann, ohne sich gleichzeitig zu rollen. Der Uebergang einer Secundärstellung in eine andere geht stets in derselben zwangsläufigen Weise vor sich. Was vom Gelenk des Mittelfingers gilt, das gilt auch von dem des zweiten und des vierten Fingers und vom Gelenk zwischen Hand und Vorderarm, und so findet sich in allen diesen Bewegungen eine strenge Gesetzmässigkeit, von welcher die rein anatomische Betrachtung der Gelenke nichts hatte ahnen lassen.

Ich übergehe die Besprechung der mühevollen, zahlen- und curvenreichen Untersuchungen über die Bewegungen der verschiedenen Armgelenke. Dagegen darf ich hier einer Nebenfrucht gedenken, welche die Arbeiten über die Handmechanismen gezeitigt haben. Im Verlauf dieser Arbeiten sah sich Braune vor die Frage gestellt, welche Form denn eigentlich eine Fläche haben müsse, welche den Bewegungen der Hand am sichersten folgen soll, oder einfacher ausgedrückt, welches die beste Form eines Handgriffes sei. Diese Frage löste er in natürlichster Weise dadurch, dass er einen Thonklumpen von geeigneter Grösse in der Hand zusammenpresste. Dabei bekam er einen mit verschiedenen Wülsten und Eindrücken besetzten Körper, an welchem der eigentliche Handeindruck und der Daumeneindruck gewisse charakteristische Beziehungen zu einander zeigten. Ein nach solchem Muster gebauter Handgriff aus Holz erwies sich als sehr sicher in der Führung, und nun lag es dem früheren Kriegs-

chirurgen nahe, seinen Fund in Gestalt eines Säbelgriffes auszuprägen. Braune hat an diesem Säbelgriff, auf dessen fernere Ausbildung er später noch mehrmals zurückgekommen ist, viel Freude gehabt, und der Griff hat ihm unter Anderem einmal die Ehre eingetragen, vom alten Kaiser Wilhelm I. persönlich empfangen zu werden.

Eine 1889 publicirte grosse Abhandlung von Braune und Fischer behandelt den „Schwerpunkt des menschlichen Körpers mit Rücksicht auf die Ausrüstung des deutschen Infanteristen“. Schwerpunktsbestimmungen des Körpers sind seit Borelli (1679) wiederholt vorgenommen worden. In der Regel hat man sich mit der Lagebestimmung des Gesammtschwerpunktes begnügt, eine directe Bestimmung der Schwerpunkte der Körpertheile hatte bis dahin nur Harless unternommen. Braune und Fischer haben den Gesammtschwerpunkt und die Schwerpunkte der Theile, nach neuen Methoden von tadelloser Praecision an vier gefrorenen Leichen kräftiger, gesunder Männer bestimmt. Dabei kamen sie auf die bemerkenswerthe Beziehung, dass sowohl am Ober- als am Unterarm, sowie am Ober- und am Unterschenkel die Schwerpunkte je in gerade Linien fallen, welche die Mittelpunkte der anstossenden Gelenke mit einander verbinden. Der Schwerpunkt des Rumpfes aber lag an den gefrorenen Leichen in einer Linie, welche den Mittelpunkt der Verbindungslinie der beiden Hüftgelenkscentren mit der Mitte des Atlantooccipitalgelenkes verband. Aus diesem Verhältnisse ergab sich die Möglichkeit, eine Normalstellung des aufrechten Körpers zu construiren, bei welcher alle Schwerpunkte der Theile, mit Ausnahme derer der Füsse, in eine einzige Frontalebene zu liegen kommen. Man braucht zu dem Zweck nur die Mitten aller Hauptgelenke in diese Ebene zu bringen. Der Vergleich der also construirten Normalstellung mit der wirklichen Körperhaltung eines aufrecht stehenden Menschen zeigt, dass dieselbe als eine durchaus natürliche bezeichnet werden kann.

Im Anschluss an diese Ergebnisse prüften nun die beiden Forscher die Schwerpunktslage am lebenden Körper bei verschiedenen Stellungen und bei verschiedenen Belastungen. Sie nahmen dabei besondere Rücksicht auf die Belastung des vollständig ausgerüsteten deutschen Infanteristen und haben weiterhin aus ihren Bestimmungen eine Reihe von praktischen Schlüssen gezogen, über die zweckmässige Stellung des Körpers bei gegebenen Belastungen und über die zweckmässigste Vertheilung der letzteren bei gegebener Stellung.

Die letzte von Braune selber noch mit Fischer herausgegebene Arbeit behandelt den Mechanismus des Kniegelenkes. Diese Arbeit bringt, abgesehen von sonstigen Einzelergebnissen, zwei bedeutsame Fortschritte: 1. führt dieselbe den experimentellen Nachweis, dass die Knorpelüberzüge der Gelenke, entsprechend dem auf ihnen lastenden Druck sich verdünnen

oder wieder aufquellen. Im bewegten Gelenk verhalten sich somit Gelenkkopf und Gelenkpfanne nicht wie starre, aufeinander gleitende Körper, sondern sie gestalten sich, der jeweiligen Beanspruchung folgend, fortwährend um, und so können Incongruenzen der Flächen, die am unbewegten und unbelasteten Gelenk vorhanden sind, mit Eintritt der Belastung und der Bewegung sich corrigiren und ausgleichen.

Der zweite Fortschritt der Arbeit ist ein methodischer: In den früheren Arbeiten über die Bewegungen von Gliedmaassen war die Verschiebung der mit dem Körpertheil verbundenen Punkte im Raum durch direktes Ablesen an getheilten Coordinatenflächen bestimmt worden. Die neue Arbeit benützt, ähnlich wie dies schon von Marey geschehen war, die Photographie. Allein während Marey's Einrichtung die gleichzeitige Projection einer Bewegung nur auf eine Ebene zuliess, so richteten sich Braune und Fischer derart ein, dass sie von derselben Bewegung gleichzeitig 3 (bezw. 4) Projectionen erhielten und damit alle Grundlagen zu einer exacten Berechnung von der Bewegung der beobachteteten Punkte im Raum. Als leuchtende Punkte dienten diesmal die elektrischen Funken zwischen den Spitzen zweier, in einen Ruhmkorff'schen Apparat eingeschalteter, und durch Stäbe mit dem sich bewegenden Körpertheil fest verbundener Drähte. Als Hintergrund bezw. als Messfläche diente eine in Felder getheilte mächtige Glasplatte, deren Felder gleichfalls mit den leuchtenden Punkten photographirt wurden. Die Unterbrechungen des Stromes, bezw. die Auslösungen der Funken geschahen in kurzen, durch eine schwingende Stimmgabel vorgeschriebenen Intervallen. Die im Laufe einer Bewegung sich folgenden Funken projiciren sich längs einer Curve, welche am Photogramm ohne Weiteres vor Augen liegt, und deren Eigenschaften mit Hülfe des gleichzeitig abgebildeten Gitters auf das Genaueste feststellbar sind.

Mit Hülfe der eben geschilderten photographischen Methode haben Braune und Fischer im verflossenen Jahre die Vorarbeiten zu einer ausgedehnten Untersuchung des menschlichen Ganges ausgeführt. Die vorzüglichen Photogramme sind vorhanden, dagegen sollte es Braune nicht mehr vergönnt sein, selber die Früchte dieser Untersuchung zu pflücken, und es bleibt seinem Mitarbeiter vorbehalten, die Arbeit im Sinne des Verstorbenen zu Ende zu führen.

Mitten aus der Freude des Schaffens ist Braune hinweggenommen worden, eines Schaffens, das bis zuletzt im steten Ansteigen begriffen war. Immer strenger sind die Anforderungen geworden, die er an seine Arbeiten gestellt hat. Haben schon sein topographischer Atlas und seine Venenarbeiten zum Vorzüglichsten gezählt, was unsere anatomische Literatur überhaupt besitzt,

so bedeutet die in den Arbeiten der letzten 8 Jahre angebahnte Einführung einer streng mathematischen Methodik in unsere Wissenschaft einen principiellen Fortschritt, dessen Tragweite vielleicht erst spätere Generationen werden gehörig zu würdigen wissen. Unter den lebenden Anatomen ist keiner, welcher Braune mit seiner eigenartigen Veranlagung und Vorbildung zu ersetzen vermag. Er hinterlässt eine tiefe Lücke nicht nur an unserer Universität, sondern auch als Forscher in unserer Wissenschaft. Der Marktplatz der heutigen Forschung liegt nicht auf dem von Braune begangenen Gebiete, und auf jungen, allseitig in seinem Sinn arbeitenden Nachwuchs ist daher vorerst kaum zu zählen.

Bei Braune's Entwickelung sind zwei Bedingungen zusammengetroffen, welche in ihrer Vereinigung seiner Arbeitsweise einen besonderen Charakter ertheilt haben. Einestheils war dies die Ausbildung, die er erst im Krankenhause und späterhin in der Praxis und im Kriege als Arzt und Chirurg erfahren hatte. Mögen unter den Anatomen einer vorangegangenen Generation Einzelne dieselbe Vorstufe durchgemacht haben, so ist sie doch jetzt ausser Gebrauch gekommen, und ich kenne, wenigstens in Deutschland, keinen von den thätigen Anatomen, welcher durch die Praxis hindurch den Weg zur Theorie genommen hätte. Die zweite, ungewöhnlich günstige Bedingung in Braune's Entwickelungsgang lag in seiner nahen Beziehung zu dem Dreigestirn der Weber'schen Brüder. Von allen dreien ist er geschult worden, mit allen hat er in langjährigem, unmittelbarem Verkehr gestanden, und besonders nahe ist er wohl dem geistvollen Eduard getreten, neben dem er an der anatomischen Anstalt 7 bis 8 Jahre lang gemeinsam im Dienst gestanden hat. Der Zug zu physikalischer Praecision sowohl, als der zur physiologischen Fragestellung, welche Braune durch sein gesammtes Schaffen hindurch begleitet haben, sie finden ihre natürliche Erklärung in dem Gang seines wissenschaftlichen Werdens. Dazu ist aber als Braune's eigener Charakterzug die Energie gekommen, welche ihn zeitlebens bestimmt hat, in allen Dingen nur das bestmögliche mit den bestdenkbaren Hülfsmitteln zu erstreben.

W. Braune war seinem ganzen Wesen nach eine glückliche Natur. Stets empfänglich für alles Schöne und Gute, wo und wie es sich ihm darbieten mochte, sah er an Menschen und an Verhältnissen zuerst immer die erfreulichen Seiten. Empfindlich war er nur für Unwahrheit, und was im Wissenschaftlichen damit gleichbedeutend ist, für Ungenauigkeit und Schablonenwesen. Das Schwere, das ihn im Leben betraf, suchte er innerlich zu überwinden, ohne Andere mit Klagen zu belästigen, aber auch ohne sich selber den Muth nehmen zu lassen. Und wie er selber glücklich war, so fand er auch seine Hauptfreude darin, anderen zum Glück zu verhelfen. Wo er Anderen beistehen konnte, da war er zufrieden. Ueberall hatte er

seine Schutzbefohlenen, unter den Studierenden und jüngeren Aerzten, unter den Musikern, den Künstlern und unter den Arbeitern und den Dienenden. Er kannte alle zur Hebung bedrückter Existenzen verfügbaren Hülfsmittel und war sehr erfinderisch in jeglicher Beherrschung vorhandener Schwierigkeiten. Kaum zu bemessen ist wohl die Zahl derjenigen, denen er durch Eingreifen an richtiger Stelle zu einer selbständigen Existenz verholfen hat.

Für bildende Kunst besass Braune ein fein geschultes Auge und nicht minder tief war sein Verständniss für Musik. Er gehörte manches Jahr hindurch der Direction der Gewandhausconcerte an, und auch hierbei trat er stets mit voller Kraft ein, wo es sich darum handelte, etwas wahrhaft Gutes zu erreichen. Die Mitglieder des Orchesters aber konnten stets auf seine theilnehmende Hülfe zählen, mochte es sich um ärztliche oder um andere Nöthen handeln. Viel Interesse hatte er für Wiederauffindung älterer guter Kammermusikstücke, und so hat er sich u. A. auch einmal die Erlaubniss erwirkt, in den königlichen Archiven in Potsdam die Compositionen von Friedrich dem Grossen einzusehen, und daraufhin die Herausgabe von dessen Flötenconcerten angeregt.

Braune war von Hause aus sehr gesellig, er liebte den geistig anregenden Verkehr mit Anderen, und er hat es auch jederzeit verstanden, die trefflichsten Männer zu Freunden zu gewinnen. Schon der Kreis seiner Jugendfreunde, dem er bis zuletzt treu geblieben ist, zählte Genossen von lauterstem Charakter, wie u. A. R. Wachsmuth, den so allseitig verehrten späteren Director der Allgemeinen Deutschen Creditanstalt. Während der sechziger Jahre gehörte Braune einer Gesellschaft hervorragender Männer an, unter welchen Salomon Hirzel, Gustav Freytag, C. Ludwig, M. Jordan, Consul Crowe u. A. genannt sein mögen. Als dann später diese Gesellschaft zerfiel, trat er einer gleichfalls regelmässig zusammenkommenden Gruppe von Collegen aus verschiedenen Facultäten bei, in der er als frisches und belebendes Element jederzeit froh begrüsst wurde. Er schloss sich leicht an, und vermöge seines vielseitigen Interessenkreises wusste er mit den verschiedenartigsten Menschen sofort Anknüpfung zu finden. Wer einmal in seinen Bereich gelangt war, der durfte seines persönlichen Interesses versichert sein, und es ist bezeichnend für ihn, dass in den Familien seiner Freunde die Kinder nicht minder an ihm hingen, als die Eltern. Kam aber Noth an den Mann, da war er stets mit grösster Aufopferungsfähigkeit zur Stelle und bewährte seine Treue in Rath und in That.

In allen Fragen des bürgerlichen und des wissenschaftlichen Lebens hatte Braune stets das Auge auf das Grosse und Ganze gerichtet, und dem entsprach auch sein ausgeprägter Gemeinsinn. Mit diesem Gemeinsinn hat er u. A. auch an der Bildung und Entwickelung unserer anato-

mischen Gesellschaft regen Antheil genommen, und er ist eines von den thätigsten Mitgliedern unserer Nomenclaturcommission gewesen.

Eine Eigenschaft hat Braune nicht besessen: er war keine dominirende Natur. So hohes Ansehen er in bürgerlichen und in wissenschaftlichen Kreisen genoss und einen so grossen und wohlthätigen Einfluss er allenthalben ausgeübt hat, so ist er meines Wissens doch niemals als Führer an die Spitze dieser oder jener Bewegung getreten. Jetzt, wo ich mir wieder den ganzen Menschen mit seinen Eigenschaften und Leistungen vor Augen führe, wo mir vor Allem auch der innere Zusammenhang und die Wucht seiner wissenschaftlichen Arbeiten zum vollen Bewusstsein gelangten, da drängt sich mir die Frage noch bestimmter denn früher auf, weshalb es Braune mit seinem entschieden schöpferischen Geiste verschmäht hat, eigentlich leitende Stellungen im Leben und in der Wissenschaft einzunehmen. Der nächste Grund hiervon lag in Braune's grosser Bescheidenheit. Er stellte Andere gern über sich, und er liebte es, neue und oftmals wirklich grosse Gedanken, auf die er gekommen war, Anderen zur Durchführung zu übergeben, und sich dabei in zweite Linie zu stellen. Ich frage mich, ob Braune's Jugendentwickelung, mit dem Vorbild des geistig übermächtigen E. H. Weber, sein persönliches Selbstgefühl etwas zurückgedrängt hat, oder ob Braune durch die Kenntniss seines sanguinischen, zur Unterschätzung vorhandener Schwierigkeiten leicht geneigten eigenen Wesens dahin geführt worden ist, seine Gedanken mit Vorliebe durch das Filter kühlerer Naturen hindurchgehen zu lassen. Mag dem sein, wie ihm will, so ist doch sicher, dass, mit etwas mehr Herrschertrieb ausgestattet, Braune für uns nicht mehr derjenige gewesen wäre, an dem wir Alle mit Liebe gehangen haben, der Mann mit dem warmen Herzen, welcher in allem seinem Thun, als Lehrer und als Forscher, als Bürger, als Freund und als Mitmensch sein volles Wesen eingesetzt und überall die Förderung der Sache derjenigen der eigenen Person vorangestellt hat.

Litteratur-Verzeichniss.

Bei der nachfolgenden Zusammenstellung der Litteratur habe ich mich der Beihülfe von W. Braune's langjährigem Assistenten, Hrn. Dr. Spalteholz, zu erfreuen gehabt.

1. De cutis facultate jodum resorbendi. *Doctordissertation.* 19. Juli 1856.

2. Ueber die Schleimmetamorphose des Krebses. Virchow's *Archiv.* Bd. XVII. 1859. S. 464.

3. Ein Fall von Anus praeternaturalis mit Beiträge zur Physiologie der Verdauung. Virchow's *Archiv.* Bd. XIX. 1860. S. 470.

4. *Die Doppelbildungen und angeborenen Geschwülste der Kreuzbeingegend in anat. und klin. Beziehung.* Leipzig 1862. Mit 20 Tafeln.

5. Ein Fall von angeborenen Steissbeingeschwulst. Mit 1. Tafel. *Monatsschrift für Geburtskunde.* Bd. XXIV. 1864. S. 1.

6. Beitrag zur Technik der Transfusion. Langenbeck's *Archiv.* Bd. VI. 1864. S. 648.

7. Messungen über die Kraft der peristalischen Bewegungen. *Centralblatt für die medic. Wissenschaften.* 1865. Nr. 58.

8. *Topographisch-anatomischer Atlas.* 1. Aufl. 1867—72. Leipzig, Veit u. Comp.

9. Ueber einen Saug- und Druckapparat an den Fascien des Oberschenkels. *Berichte der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* 31. October 1870.

10. Einige Fälle von Intermittens mit mehrmonatlicher Latenzperiode. *Archiv für Heilkunde.* 1870. S. 68.

11. *Die Oberschenkelvene des Menschen in anatomischer und klinischer Beziehung.* 6 Taf. 1871. Leipzig, Veit u. Comp.

Der männliche und weibliche Körper im Sagittalschnitte. *Separatabdruck aus dem Topographisch-anatomischen Atlas.* 2 Taf. 1872. Leipzig, Veit u. Comp.

12. Die Lage des Uterus und Foetus am Ende der Schwangerschaft. *Suppl. zum Topogr.-anat. Atlas.* 10 Taf. 1872. Leipzig, Veit u. Comp.

13. *De uteri gravidi situ.* Programm. 1872. Leipzig, Edelmann.

14. Das Venensystem des menschlichen Körpers. 1. *Die Oberschenkelvene des Menschen in anat. u. klinischer Beziehung.* 6 Taf. Zweite Ausgabe. 1873.

15. Notiz über Unterleibsvenen in den *Berichten der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, math. phys. Classe.* 26. Juli 1873.

16. Das Venensystem des menschlichen Körpers. 2. *Die Venen der menschlichen Hand.* (Im Verein mit A. Trübiger.) 4 Taf. 1873. Leipzig, Veit u. Comp.

17. *Ueber die Beweglichkeit des Pylorus und Duodenum.* Programm. 1873. Leipzig, Edelmann. Abgedruckt im *Archiv für Heilkunde.* 1874. S. 76.

18. Beitrag zur Kenntniss der Venenelasticität. *Beiträge zur Anat. und Phys.* Als Festgabe Carl Ludwig gewidmet. 1873. Leipzig, F. C. W. Vogel.

19. Ueber die operative Erreichbarkeit des Duodenum. *Archiv für Heilkunde.* Bd. XVII. Heft 2. Festschrift für Wunderlich zum 27. October 1875.

20. *Topographisch-anatomischer Atlas.* Grosse Ausgabe, zweite Auflage und gleichzeitig Kleine Ausgabe mit 34 Lichtdrucktafeln. 1875. Leipzig, Veit u. Comp.

21. *Ueber die Function des Ligamentum teres am menschlichen Hüftgelenk.* Programm. 1875. Leipzig, Edelmann.

His und Braune, *Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte.* 1876—1877. Leipzig, F. C. W. Vogel.

— *Dies Archiv.* 1877—1892. Leipzig, Veit u. Comp.

Referat im 1. Band der *Zeitschrift* über *Rüdinger's topographische Anatomie.*

22. W. Braune und F. E. Clasen, *Die Nebenhöhlen der menschlichen Nase in ihrer Bedeutung für den Mechanismus des Riechens.* Zeitschrift. Bd. II. 1877.

23. *Ueber die Torsion der menschlichen Tibia.* Programm. 1877. Leipzig, Edelmann.

Englische Ausgabe des kleinen topogr.-anatom. Atlas. 1877. London, Churchill.

24. Notiz über die Ringform des Duodenum. *Dies Archiv.* 1877.

25. W. Braune u. Karl Kyrklund, *Ein Beitrag zur Mechanik des Ellenbogengelenkes.* 1879.

26. W. Braune u. Alfred Flügel, Ueber Pronation und Supination des menschlichen Vorderarmes und der Hand. *Dies Archiv.* 1882.

27. W. Braune u. W. His, *Leitfaden für die Praeparanten der anatomischen Anstalt in Leipzig.* 1883. Leipzig, Veit u. Comp.

28. Ueber die Intercostalvenen des menschlichen Körpers. *Berichte der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* 11. Juni 1883.

29. Das Venensystem des menschl. Körpers. 1. Lfrg. *Vordere Rumpfwand.* (Im Verein mit H. E. Fenwick.) 4 Taf. 1885. Leipzig, Veit u. Comp.

30. W. Braune u. O. Fischer, Die bei der Untersuchung von Gelenkbewegungen anzuwendende Methode, erläutert am Gelenkmechanismus des Vorderarms beim Menschen. *Abhandl. der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* Bd. XIII. 1885.

31. W. Braune und Hans Stahel, Ueber das Verhältniss der Lungen etc. *Berichte der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* 1885.

Topogr.-anat. Atlas. Grosse Ausgabe. 3. Aufl. 1886—88.

32. W. Braune u. H. Stahel, Ueber das Verhältniss der Lungen als zu ventilirender Lufträume zu den Bronchien, als luftzuleitenden Röhren. *Dies Archiv.* 1886.

33. W. Braune u. O. Fischer, Die Länge der Finger und Metacarpalknochen an der menschlichen Hand. *Dies Archiv.* 1887.

34. Etwas von der Form der menschlichen Hand und des menschlichen Fusses in Natur und Kunst. *Beitr. zur Physiologie,* Carl Ludwig zu seinem 70. Geburtstage gewidmet. 1887. Leipzig, F. C. W. Vogel.

35. — Untersuchungen über die Gelenke des menschlichen Armes. II. Th. Das Handgelenk. *Abhandl. der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* Bd. XIV. 1887.

36. Ueber den Mechanismus der menschlichen Hand. *Anat. Anz.* 1887. Nr. 12.

37. W. Braune und O. Fischer, Ueber den Antheil, den die einzelnen Gelenke des Schultergürtels an der Beweglichkeit des menschlichen Humerus haben. *Abhandlung der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* Bd. XIV. III. 1888.



38. Der Sternalwinkel, Angulus Ludovici, in anatomischer und klinischer Beziehung. *Dies Archiv*. 1888.

39. Das Venensystem des menschlichen Körpers. 2. Lfrg. *Die Venen des Fusses und Unterschenkels.* (Im Verein mit Paul Müller.) 4 Taf. 1889. Leipzig, Veit u. Comp.

40. W. Braune und O. Fischer. Die Rotationsmomente der Beugemuskeln am Ellbogengelenk des Menschen. *Abhandlung der k. sächs. Gesellschaft der Wissensch.* Bd. XV. III. 1889.

41. — Bemerkungen zu E. Fick's Arbeit: Ueber die Methode der Bestimmung von Drehungsmomenten. *Dies Archiv*. 1889.

42. Das Sternum, ein Hemmungsapparat der Rippenbewegung. *Dies Archiv*. Suppl.-Bd. für 1889.

43. W. Braune und O. Fischer, Ueber den Schwerpunkt des menschlichen Körpers, mit Rücksicht auf die Ausbildung des deutschen Infanteristen. *Abhandl. der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* Bd. XV. VII. 1889.

44. W. Braune und P. Zweifel, *Gefrierschnitte in systematischer Anordnung durch den Körper einer Hochschwangeren geführt.* XII Taf. 1890. Leipzig, Veit u. Comp.

45. W. Braune und O. Fischer, Ueber eine Methode, Gelenkbewegungen am Lebenden zu messen. *Verhandlungen des X. internationalen Congresses in Berlin.* Bd. II. 1. Abthlg. 1890.

46. — Die Bewegungen des Kniegelenkes nach einer neuen Methode am lebenden Menschen gemessen. *Abhandl. der k. sächs. Ges. d. Wissensch.* Bd. XVII. II. 1891. — Nachträgliche Notiz über das Kniegelenk. *Anatomischer Anzeiger*. VI. Jahrg. Nr. 14 u. 15. 1891.

47. Die Horizontalebene des menschlichen Schädels. *Internationale Beiträge zur wissenschaftlichen Medicin.* Festschrift für Rudolf Virchow zur Vollendung seines 70. Lebensjahres. Bd. I. 1891.

48. Das Gewichtsverhältniss der rechten zur linken Hirnhälfte beim Menschen. *Dies Archiv*. 1891.

49. W. Braune und O. Fischer, Bestimmungen der Trägheitsmomente des menschlichen Körpers und seine Glieder. *Abhandlung der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* Bd. XVIII.

Arbeiten von Braune's Schülern.

1. Christian Friedrich Müller, Beitrag zur chirurgischen Pathologie der Vena femoralis. *Dissertation*. Leipzig 1868.

2. Ernst R. Delitzsch, Zur Physiologie und Pathologie des Kniegelenkes. *Dissertation*. 1870. Leipzig, O. Wigand.

3. Livius Fürst, Die Maass- und Neigungsverhältnisse des Beckens nach Profilen durchschnittener gefrorener Leichen. 1875. 4°. Leipzig, Veit u. Comp.

4. — Ein einfaches, nicht rachitisches Becken mit doppeltem Promontorium. *Archiv für Gynaekologie*. Bd. VII. Heft 3. 1875.

5. August Froriep, Ueber den Hautmuskel des Halses und seine Beziehungen zu den unteren Gesichtsmuskeln. *Dies Archiv*. 1877.

6. E. v. Teutleben, Die Ligamenta suspensoria diaphragmatis des Menschen. *Dies Archiv*. 1877.



7. Arnold Schütz, Medianschnitt durch das Becken einer Frau mit Scheiden- und Uterusvorfall. *Archiv für Gynaekologie.* Bd. XIII. Heft 2. 1878.

8. J. G. Garson, Die Dislocation der Harnblase und des Peritoneum bei Ausdehnung des Beckens. *Dies Archiv.* 1878.

J. G. Garson, M. D. Displacement of the Bladder and Peritoneum in the Male by Distension of the rectum. *Edinburgh Medic. Journ.* Octob. 1878.

9. Albert Landerer, Die inspiratorische Wirkung des M. serratus posticus inferior. *Dies Archiv.* 1880.

10. — Ueber die Athembewegungen des Thorax. *Dies Archiv.* 1881.

11. Ueber die subcutanen Venen der vorderen Rumpfgegend von E. Harry Fenwick. Langenbeck's *Archiv.* Bd. XXVI. Heft 3. 1881.

— *Berichte der deutschen Gesellschaft für Chirurgie.* X. Congress. 1881.

12. Beiträge zum Mechanismus der Blutbewegung an der obereren Thoraxapertur beim Menschen. *Deutsche Zeitschrift für Chirurgie.* Bd. XVI. 1882

13. W. Browning, *The Veins of the Brain and its enveloppes.* Brooklyn 1884.

14. Johannes Töpken, Ein Beitrag zur Bestimmung der Lage des Herzens beim Menschen. *Dies Archiv.* 1885.

15. Hans Stahel, Zur Anatomie und Chirurgie der Arteria subclavia. *Dies Archiv.* 1886.

16. A. von Gubaroff, Ueber den Verschluss des menschlichen Magens an der Cardia. *Dies Archiv.* 1886.

17. Walter Otis, *Anatomische Untersuchungen am menschlichen Rectum und eine neue Methode der Mastdarminspection.* 1887. Leipzig, Veit u. Comp. 8 Taf. (Text deutsch und englisch.)

18. Max Grapow, Die anatomische und physiologische Bedeutung der Palmaraponeurose. *Dies Archiv.* 1887.

19. Karl Klotz, Untersuchungen über die Vena saphena magna beim Menschen, besonders rücksichtlich ihrer Klappenverhältnisse. *Dies Archiv.* 1887.

20. O. Fischer, Untersuchungen über die Gelenke des menschlichen Armes. I. Th. Das Ellenbogengelenk. *Abhandl. der k. sächs. Gesellschaft der Wissensch.* Bd. XIV. II. 1887.

Ueber eine directe acustische Rindenbahn und den Ursprung des Vorderseitenstranges beim Menschen.

Vorläufige Mittheilung

von

Dr. Hans Held.

(Aus dem anatomischen Institut zu Leipzig.)

In einer früheren Arbeit[1] habe ich in der Controverse zwischen Flechsig, v. Bechterew und Baginsky einerseits und von Monakow andererseits, die centrale Fortsetzung des Hörnerven betreffend, mich dahin entscheiden müssen, dass nicht den Striae acusticae, wie v. Monakow meint, „die Bedeutung einer Verbindungsbahn zwischen den primären Acusticuscentren und dem Grosshirn" zukomme, sondern dass der Trapezkörper und die untere Schleife diesen Weg vorstellen.

Zur weiteren Ausführung und tieferen Begründung dieses kann ich jetzt an der Hand einer Schnittserie durch den Hirnstamm eines 45 cm langen menschlichen Foetus den Nachweis erbringen, dass in der lateralen Schleife eine directe Rindenbahn enthalten ist. Die laterale Schleife zeigt nämlich jenseits des unteren Vierhügels eine Dreitheilung; ein Theil strahlt in den oberen Vierhügel ein, ein zweiter gelangt zum gekreuzten Vierhügelganglion, denselben von oben nach unten umfassend, um dann lateral und ventralwärts einzudringen. Die dritte Portion durchzieht nun den hinteren Vierhügel von innen nach aussen, gelangt in das Brachium anticum des hinteren Vierhügels und legt sich dann weiter oben als Kuppe der medialen oder Hauptschleife auf, um mit dieser Fasermasse centralwärts vorzudringen.

[1] Die centralen Bahnen des Nervus acusticus bei der Katze. *Dies Archiv*, 1891.



Dieser Antheil der Hauptschleife zieht nun, wie Herr Prof. Flechsig die Güte hatte mir mitzutheilen, direct durch die Capsula interna zur Rinde des Schläfenlappens. Den Bezirk dieser corticalen Endausbreitung des Hörnerven zu umgrenzen, soll die Aufgabe specieller Untersuchungen sein. Man kann den directen Durchtritt dieses Rindenantheils der lateralen Schleife durch das untere Vierhügelganglion sehr leicht demonstriren, wenn man die Schnittrichtung so wählt, dass die Schnittebene geneigt zur Längsaxe des Hirnstammes steht und dann noch so um dieselbe gedreht ist, dass man die eine Hälfte weiter vorn (centralwärts) anschneidet.

Da nun aber bei menschlichen Foeten dieses Alters von markhaltigen Striae acusticae (im engeren Sinne) überhaupt noch nichts wahrzunehmen ist, worauf von Flechsig schon wiederholt hingewiesen worden,[1] so muss der untere Abschnitt des Weges dieses in Rede stehenden directen Schleifentheiles zur Grosshirnrinde im Corpus trapezoideum enthalten sein.

Ich habe damals als centrale Fortsetzung der unteren Schleife ein Bündel von dieser zum Bindearm beschrieben, welches bei der Katze sehr mächtig ist. Auch beim Menschen konnte ich diesen Faserzug feststellen. Derselbe ist jedoch hier viel weniger entwickelt als bei der Katze. Umgekehrt ist nun bei dieser jener directe Schleifenantheil zur Grosshirnrinde viel weniger mächtig als beim Menschen. Dies vicariirende Grössenverhältniss lässt es wahrscheinlich erscheinen, dass diese beiden verschiedenen Bahnen gleichwerthige Systeme sind.

Was die feineren histologischen Verhältnisse, bez. der Axencylinderausbreitung in der centralen Gehörsleitung anbetrifft, worüber ich in der nächsten Zeit ausführlicher zu berichten gedenke, so will ich hier nur kurz hervorheben, dass ein allgemeiner Typus insofern vorhanden ist, als die Axencylinderfortsätze der Zellen tiefer gelegener grauer Massen successive durch die aus höher gelegenen Zellgruppen entstehenden Fasern verstärkt werden, während erstere an diese entweder nur Collateralen abgeben, oder ganz unter Auflösung in Endverzweigungen hier endigen. So geben die aus den Ganglienzellen des vorderen Acusticuskerns entspringenden Axencylinderfasern bei Katze und Kaninchen, soweit sie in das centrale dorsale System übergehen (die spätere tiefe Portion der Striae medullares sive acusticae), bei ihrem Weg an dem Tuberculum acusticum vorbei zahlreiche Collateralen an dasselbe ab; verstärkt wird diese Bahn wiederum durch die aus den grossen Zellen des Tuberculum hervorgehenden Axencylinderfortsätze, welche die oberflächliche Portion der Striae dann bilden (centrale dorsale Fortsetzung aus dem Tuberculum).

[1] *Neurologisches Centralblatt.* 1890. S. 97.

In derselben Weise geben auch die ventralwärts ziehenden Axencylinder aus dem vorderen Acusticuskern (Corpus trapezoideum) Collateralen ab an die obere Olive und Faserkörbe zu den grossen Zellen, welche den Trapezkern bilden. Aus den Zellen der oberen Olive gehen nun theilweise wieder Trapezfasern hervor; ebenfalls bilden die Axencylinderfortsätze der Zellen des Trapezkerns einen neuen Zuwachs zu den Fasern des Corpus trapezoideum.

Dasselbe gilt von den aus den Trapezfasern zu Schleifenfasern werdenden Axencylindern in ihrer Beziehung zum Schleifenkern und den aus den Zellen dieser grauen Masse entspringenden Axencylinderfortsätzen.

Ausser diesen in eben beschriebener Weise verlaufenden Axencylinderzügen, welche also einen aufsteigenden Typus zeigen, finden wir nun aber andererseits auch solche, welche absteigen, also aus höheren grauen Massen der centralen Gehörsleitung in tiefer gelegene derselben heruntergewachsen sind. Diesen Typus zeigen z. B. theilweise die Schleifenzellen und die mittelgrossen Zellen des oberen Vierhügels, soweit sie in seinem mittleren und tiefen Grau liegen. Und während ein Theil der Fassermasse der unteren Schleife, welche in den oberen Vierhügel einstrahlt, sich in der oben angegebenen Weise verhält, also einen aufsteigenden Typus zeigt und unter Auflösung in Endramificationen hier endigt, schicken andererseits jene Zellen des oberen Vierhügels ihre Axencylinderfortsätze zum unteren Vierhügel, bezw. zur unteren Schleife. Wie weit diese herabziehen, war bisher unmöglich festzustellen.

Was den Vorderseitenstrangrest beim Menschen, bez. seines centralen Ursprunges, bez. Endigung anbetrifft, so bin ich in Fortsetzung meiner diesbetreffenden Untersuchungen an Katze und Ratte zu dem Resultat kommen, dass die dort beschriebenen verschiedenen Systeme[1] auch beim Menschen zu unterscheiden sind und in ganz ähnlicher Weise wie bei jenen Thieren verlaufen.

Aus der Formatio reticularis und zwar:

1. aus der Gegend des unteren Centralkerns,
2. aus der Gegend des oberen Centralkerns,

ziehen zahlreiche Fasern zum Vorderseitenstrangrest. Es sind dies grobe, stark markhaltige Fasern, welche schon beim 22 cm langen Foetus zu beobachten sind; sie kommen seitlich aus der Formatio reticularis heraus, convergiren zur Mittellinie, um hier in die Längsstränge umzubiegen. Und wie sich nun durch Vergleichung von Weigertpraeparaten mit Silberbildern ergiebt, müssen die hier liegenden grossen multipolaren Ganglien-

[1] Siehe *Abhandlungen der k. sächs. Ges. der Wiss.* XVIII. VI.

zellen, welche den Typus der Vorderhornzellen des Rückenmarkes zeigen, als Strangzellen des Vorderseitenstrangrestes aufgefasst werden, d. h. die Axencylinderfortsätze dieser Zellen lassen einen Theil des Vorderseitenstranges des Rückenmarkes entstehen.

Wie bei Katze und Ratte nun sind auch beim Menschen gekreuzte und ungekreuzte Fasern zu unterscheiden, so zwar, dass die ersteren in die dorsalsten Partieen des Vorderseitenstrangrestes übergehen; wir finden hier also wieder dieselben Verhältnisse vor wie bei jenen Thieren. Der Vorderseitenstrangrest erhält nun ferner in ganz ähnlicher Weise wie dort Fasern aus den Kerngebieten (Endigungsbezirken) des Nervus vestibularis und des Nervus trigeminus. Ob es sich hier um Axencylinderfortsätze der in diesen Gebieten liegenden Zellen oder um ein Eindringen von Fasern des Vorderseitenstranges, bez. Collateralen desselben handelt, die also aus tiefer gelegenen Zellen (Vorderhörner des Rückenmarkes?) entsprungen wären, konnte nicht allseitig bisher festgestellt werden. Andererseits ist diesen Verhältnissen eine Beobachtung gegenüber zu stellen, wonach Zellen der Formatio reticularis, die zum grossen Theil in unmittelbarer Nähe der Raphe, bez. in ihr liegen, ihre Axencylinderfortsätze seitwärts schicken, die dann als Fibrae arcuatae internae in jene lateral liegenden grauen Massen eindringen.

Die grossen multipolaren Zellen des Deiter'schen Kerns, die wiederum ganz den Charakter der Vorderhornzelle des Rückenmarkes tragen, zeigen bez. ihrer Axencylinderfortsätze dasselbe Verhalten, wie die grossen Zellen der Formatio reticularis; sie sind Strangzellen. Ihre mächtigen Axencylinder gehen in jenes System aus dem Deiter'schen Kern zum Seitenstrang[1] über, welches beim Menschen denselben Verlauf wie bei der Katze nimmt, und eines der am frühesten mit markhaltig werdenden Bahnen ist. Beim 22 cm langen menschlichen Foetus finden wir schon zahlreiche stark markhaltige Fasern in ihm.

Die aus dem oberen Vierhügel zum gekreuzten Vorderseitenstrangrest herabziehende Bahn („Meynert's fontaineartige Haubenkreuzung"), die bei der Katze als ein ausserordentlich übersichtliches System hervortrat, ist als solche auch beim Menschen nachweisbar. Ihr Verlauf ist aber insofern abweichend, als sie nicht, wie bei jenen Thieren, in die ventral vom hinteren Längsbündel zu beiden Seiten der Raphe liegenden Fasergruppe übergeht, sondern nach Kreuzung in der Mittellinie in das hintere Längsbündel selber umbiegt und zwar in den die beiden Flügel

[1] Man siehe hierzu Sala (*Sur l'origine du nerf acoustique, Archives italiennes de Biologie.* 1891. S. 198), der angiebt, dass die Axencylinderfortsätze dieser Zellen in die Fasern der Formatio reticularis eindringen.

desselben verbindenden mittleren Theil. Dieser abweichende Verlauf wird dadurch hervorgerufen sein, dass jene bei Katze und Ratte vorhandenen Faserbündel beim Menschen in Folge der viel bedeutenderen Bindearmkreuzung mehr dorsalwärts gedrängt worden sind und sich dem hinteren Längsbündel ventral eingelagert haben. Wir finden demgemäss auch bei jenen Thieren jenen mittleren Theil des hinteren Längsbündels nicht in der Weise wie beim Menschen.

Dieser Faserantheil des Vorderseitenstrangrestes aus dem oberen Vierhügel entsteht nun durch Herunterziehen der Axencylinderfortsätze jener grossen multipolaren Ganglienzellen, welche hauptsächlich im mittleren und tiefen Grau des oberen Vierhügels gelegen sind. Während sie in radiärer Richtung nach innen vordringen, geben sie Seitenäste ab; dort wo sie am Rande des centralen Höhlengraus umbiegen, dasselbe dann umsäumend, zeigen sie zum Theil T-förmige Theilungen; der eine Ast zieht ventralwärts, der zweite, meistens der schwächere, dorsalwärts, dem anderen vorderen Vierhügel zustrebend.

Die ventralwärts nun ziehenden Fasern gehen der Hauptsache nach gekreuzt in jenen mittleren Theil des hinteren Längsbündels über; vorher geben sie noch Collateralen ab, die zum gleichseitigen Oculomotoriuskern ziehen und hier sich in Endramifikationen auflösen.

Ich habe früher angegeben,[1] dass die Uebertragung optischer Eindrücke auf den Nervus abducens, durch die aus dem oberen Vierhügel zur unteren Schleife herunterziehende Bahn und weiterhin durch den „Stiel der oberen Olive“ möglicherweise vermittelt werden könne. Ich glaube jetzt, dass in viel einfacherer Weise die Axencylinder jener grossen Zellen des oberen Vierhügels diese Uebertragung vermitteln. Wie früher schon angegeben,[2] zweigen sich vom hinteren Längsbündel Collateralen zum gleichseitigen Abducenskern ab.

Da nun nach den mir jetzt vorliegenden Silberpraeparaten die aus den grossen multipolaren Ganglienzellen des oberen Vierhügels entspringende Bahn Collateralen zu dem zum Vierhügel gleichseitigen Oculomotoriuskern abgiebt und dann gekreuzt in dem hinteren Längsbündel weiter nach unten gelangt, welches wiederum Collateralen zum Abducenskern abgiebt, der also gleichseitig zum hinteren Längsbündel aber gekreuzt zum oberen Vierhügel liegt, so ist anatomisch ein Weg gefunden, auf dem gleichzeitige Innervationen des gleichseitigen Nervus oculomotorius und des gekreuzten Nervus abducens ausgelöst werden können.

---

[1] *Dies Archiv.* 1891.

[2] *Dies Archiv.* 1892.

Da nun die auf beide Netzhäute fallenden Lichtstrahlen in der Weise als optische Reize in's Innere des Gehirns gelangen, dass der laterale Abschnitt der Retina des einen und der mediale derjenigen des anderen Auges mit dem gleichen oberen Vierhügel verbunden sind, so können die hier eindringenden Reize — vorausgesetzt natürlich, dass der Rectus internus vom gleichseitigen Oculomotoriuskern aus innervirt wird — reflectorisch eine Contraction des gleichseitigen Rectus internus und des gekreuzten Rectus externus hervorrufen und somit eine associirte Augenbewegung in der horizontalen Ebene und zwar dem seitlich einfallenden Lichtstrahle zu, auslösen.

Da nun ferner das hintere Längsbündel in den Vorderstrang des Rückenmarks übergeht, wenn man aus der Stärke der Axencylinder und aus der Grösse jener Vierhügelzellen schliessen darf, dass dies in Frage stehende System auch wirklich soweit herunterreicht, so muss man weiter folgern, dass wie jener gekreuzte sechste Gehirnnerv auch unter den übrigen der erste Cervicalnerv durch die aus dem Vorderstrang in das Vorderhorn abgegebenen Endverzweigungen innervirt würde, sodass reflectorisch eine Kopfdrehung im Sinne der seitlichen Augenbewegung erfolgen müsste.

Was die Bahn aus dem rothen Kern der Haube zum Seitenstrang anbetrifft, deren Verlauf bei Katze und Ratte leicht festgestellt werden konnte, so lässt sich beim Menschen dies System von unten nach oben nur bis in die untere Schleife hinein verfolgen. Man kann hier ferner auch Fasern beobachten, welche in ähnlicher Weise wie bei diesen Thieren nach innen zu aus der unteren Schleife hervortreten. Diese vermischen sich aber weiter oben beim Menschen mit den früh markhaltig werdenden Bindearmfasern, sodass sie hier nicht weiter isoliert werden können.

Bei der Katze nun entspringt diese Bahn aus grossen multipolaren Zellen des rothen Kerns, während kleinere Ganglienzellen dieser grauen Masse ihre Axencylinder cerebellarwärts zum Bindearm abgeben. Die starken Axencylinderfortsätze jener ersteren Zellen convergiren beiderseits zur Raphe, denselben Verlauf zeigend, wie jene zuerst sich hier entwickelnden stark markhaltigen Fasern.

Das hintere Längsbündel zeigt beim Menschen nicht so ausgeprägt typischen Ursprung resp. Ende wie bei der Katze. Die viel beträchtlichere Entwickelung des rothen Kerns wie die unter dem Namen des „oberen Oculomotoriuskerns“ bekannte Anhäufung von Ganglienzellen, bringen eine bedeutendere Deviation der einzelnen Fasern zu Stande, sodass es nicht wie bei jenen Thieren möglich ist, auf einzelnen wenigen Schnitten ihre obere Ausbreitung festzustellen. Ein Theil des hinteren Längsbündels gelangt nun in den ventralen Abschnitt der hinteren Commissur, indem er theils medial am oberen Oculomotoriuskern vorbeizieht, theils durch den-

selben hindurchgeht. Die grossen multipolaren Zellen hier, welche theils in der Commissur drin-, theils ihr anliegen, theils dorsal von derselben zu finden sind, muss ich jetzt als Ursprungszellen dieser Fasern auffassen. Ein zweiter Theil gelangt ferner theils ventral vom oberen Oculomotoriuskern ausstrahlend, theils denselben von innen nach aussen durchziehend in den „oberen Lateralkern von Flechsig“, jene grosse multipolare Ganglienzellen führende graue Masse, welche seitlich vom „oberen Oculomotoriuskern“ und dorsal vom rothen Kern der Haube sich ausbreitet. Jene Zellen hier sind die Ursprungszellen dieser Faserzüge. Ein dritter Theil des hinteren Längsbündels bleibt ventral vom oberen Oculomotoriuskern; seine ferneren Beziehungen konnten noch nicht sicher ermittelt werden. Allen diesen Fasern gegenüber, welche hier entspringen und spinalwärts absteigen, muss man andererseits solche unterscheiden, welche aufsteigen. Wo diese unten herkommen, kann ich noch nicht mit Sicherheit angeben. Es werden dies jene Fasern sein, welche dann weiter oben nicht wie die ersteren nur Collateralen an die Oculomotoriuskerne abgeben, sondern ganz in dieselben umbiegend sich hier in Endverzweigungen auflösen. Von Darkschewitsch ist angegeben worden, dass hinteres Längsbündel wie hintere Commissur des Gehirns in naher Beziehung ständen zum oberen Oculomotoriuskern; nähere histologische Angaben konnte ich bei diesem Autor hierüber nicht finden. Was ich hierüber durch Silberbilder an Aufschlüssen habe bisher erhalten können, ist, dass zahlreiche Nebenäste von diesen beiden Fasermassen in den Bereich dieser Zellgruppe abgegeben werden, und dass diese Zellen hier ihre Axencylinderfortsätze theils in die hintere Commissur hineinschicken, theils zum hinteren Längsbündel hinunter. Was aber jene Angabe von Darkschewitsch betrifft,[1] wonach die dorsal vom rothen Kern liegende graue Masse, „unter dem Namen Formatio reticularis bekannt“, beim 7—8 monatlichen menschlichen Fötus noch keine markhaltigen Fasern führen soll, in Folge dessen jegliche Beziehungen des hinteren Längsbündels zu diesem Gebiet bestritten werden, so kann ich diese Beobachtung und die daraus gezogene Schlussfolgerung nicht unterstützen. Ich finde schon beim 26 ^{cm} langen menschlichen Fötus zahlreiche stark markhaltige Fasern aus dem hinteren Längsbündel in diese grauen Massen einstrahlen; schon beim Fötus von 22 ^{cm} sind einzelne dieser Fasern zu finden.

Diese verschiedenen Bestandtheile des Vorderseitenstrangrestes des Menschen sind nun mit Ausnahme jener Seitenstrangbahn, welche wahrscheinlich zum rothen Kern in jener oben gezeigten Weise Beziehungen hat, die ersten Systeme, welche im Gebiet des Hirnstammes und weiter aufwärts Markscheiden bekommen; sie zeigen enge Berührungs-

[1] Ueber den oberen Kern des N. oculomotorius. *Dies Archiv.* 1889.

punkte hierin mit den motorischen Gehirnnerven, welche aus den grossen Zellen ihrer betreffenden Kerne entspringen; sie unterscheiden sich mit diesen gemeinsam von den in's Gehirn eindringenden sensiblen Gehirnnerven, mit Ausnahme des Nervus vestibularis, insofern diese sich später mit Mark umhüllen. Eine Grenzstufe in dieser Beziehung zeigen ungefähr noch 22 cm lange menschliche Föten, bei denen jene Systeme des Vorderseitenstrangrestes wie die motorischen Gehirnnerven schon viele stark markhaltige Fasern führen, während in diesen nur ganz vereinzelte spärliche Markscheiden von dünner Wandung zu finden sind.

Leipzig, den 1. August 1892.

Die Drehbewegungen der menschlichen Wirbelsäule und die sogenannten Musculi rotatores (Theile).

Von

Dr. Alfred W. Hughes[1]
in Edinburgh.

(Gearbeitet zu Leipzig auf der topogr. Abth. der Anatomie des Prof. W. Braune.)

(Hierzu Taf. XIV u. XV.)

Die ersten Messungen der Bewegungen der menschlichen Wirbelsäule, und zwar ebensowohl an Cadavern wie an Lebenden angestellt, sind von Ernst Heinrich Weber ausgeführt worden. Er berichtet[2] darüber Folgendes:

Die Halswirbel sind die beweglichsten Wirbel; sie können sowohl unter allen am stärksten nach allen Richtungen gebeugt, als auch am meisten um ihre Axe gedreht werden. Zwischen den Rücken- und Lendenwirbeln ist die Bewegung der Drehung und Beugung so vertheilt, dass die Lendenwirbel nur vorwärts, rückwärts und seitwärts gebogen, aber fast gar nicht um die Längsaxe der Wirbelsäule gedreht, die meisten Rückenwirbel nicht gebogen, wohl aber gedreht werden können. Die Versuche wurden an je drei jugendlichen lebenden Männern, die sich im Alter von 20 und 32 Jahren befanden, und an drei Cadavern, zwei männlichen und einem weiblichen, ausgeführt. Die Lebenden vermochten bei feststehender Fusssohle sich um 360° zu drehen; davon kamen auf die Beckendrehung ca. 140°, auf die Drehung der Halswirbelsäule ca. 160°, auf Rücken- und Lendenwirbelsäule etwa 60°.

[1] Die Niederschrift dieser Arbeit wurde wenige Tage vor dem Tode des Hrn. Prof. Braune beendet und von ihm gutgeheissen, bis auf einige kleine Aenderungen und Zusätze, welche auf Wunsch des Verstorbenen und im Einverständniss mit Hrn. Dr. Hughes vom Unterzeichneten angebracht sind. W. Spalteholz.

[2] Meckel's *Archiv für Anatomie und Physiologie*. 1827. S. 240 u. ff.

Dagegen gibt Henke an, dass auch an den Lendenwirbeln Drehung um die Längsaxe bemerkbar sei. Er sagt:[1] nur an den untersten Gelenken der Lendenwirbelsäule, namentlich zwischen dem letzten Lendenwirbel und dem Kreuzbein, wo die Gelenkflächen etwas wie an der Brust der schiefen Richtung sich nähern, ist auch etwas Drehung zugleich bemerkbar. An den seitlichen sagittalen Streifen, mit denen die oberen Gelenkflächen des unteren Wirbels die unteren des oberen umfassen, würde diese Bewegung ein fast absolutes Hinderniss finden, wenn sie vollkommen congruent schlössen und senkrecht abfielen; aber sie sind theils etwas lose verbunden, theils am unteren Ende häufig ein wenig im Sinne der Drehung um ein in der Mitte zwischen ihnen liegendes Centrum abgerundet, so dass sich der Diagonal vom oberen Ende des einen zum unteren des anderen Gelenkfortsatzes am oberen Wirbel gezogene Durchmesser der queren Stellung zwischen denen des unteren nähern kann, wobei natürlich die Berührung, wenn der obere Wirbel nach rechts geneigt wird, rechts unten und links oben gelockert, links unten und rechts oben dagegen fester angeklemmt wird.

Auch Meyer[2] nimmt die Möglichkeit einer Rotation der Lendenwirbelsäule an. Er sagt: „In Bezug auf die spiralige Drehung der Wirbelsäule zeigt der Versuch an einer freigelegten Wirbelsäule, dass die Drehung je zweier Wirbel auf einander weiter nach oben in höherem Grade möglich ist, als weiter nach unten, so dass also in der Lendenwirbelsäule die Drehung am geringsten ist, am stärksten dagegen in der Halswirbelsäule. Diese Thatsache stellt sich leicht heraus, wenn man in jeden Processus spinosus einen Stift einschlägt und dann die spiralige Drehung ausführt. Hierbei ist nun der Einfluss der Processus obliqui unverkennbar; denn die senkrechte Stellung derselben in der Lendengegend muss hemmend für die Drehung eintreten, während dagegen die mehr horizontale Stellung in der Halsgegend dieselbe leichter gestattet. In der Brustgegend ist deren Stellung zwar auch eine senkrechte, aber die leichte Convergenz der Processus obliqui beider Seiten gegen hinten ist ebenso geeignet die Drehung zu gestatten, wie die in der Lendengegend zu findende Convergenz gegen vornen hemmend werden muss. Die öfter aufgestellte Angabe, dass die beiden unteren Processus obliqui eines oberen Lendenwirbels zusammen einen Drehzapfen darstellen, welcher sich in der Hohlfläche bewegt, die durch die beiden oberen Processus obliqui des darunter liegenden Lendenwirbels gebildet wird, ist nur scheinbar richtig, indem dabei nicht berücksichtigt ist, dass die Symphysenscheibe eine solche Verzerrung nicht erfahren könnte,

[1] *Anatomie und Mechanik der Gelenke.* Leipzig 1863. S. 69.

[2] *Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes.* 1873. S. 212.

wie sie nothwendig wäre, wenn die Axe der spiraligen Drehung in den Processus obliqui gelegen wäre."

Ebenso sagt Morris:[1] Nowhere in the lumbar vertebrae do we find the inferior processes of one bone tightly embraced by the superior of the next. In no case can the facets on the two sides be placed in immediate apposition at the same time, and hence rotatory movements become possible in the lumbar region, which, but for this space between the articular facets, could not have taken place.

Der Physiolog Volkmann, der die Arbeit von E. H. Weber nicht erwähnt, stellte ebenso wie Weber eingehende Messungen der Drehbewegung der Wirbelsäule an, und zwar sowohl an der Leiche, als auch am Lebenden. Er berichtet darüber Folgendes:[2]

Die Messungen an ihm selbst, im 71. Lebensjahre beobachtet, ergaben folgende Drehwinkel:

Beckendrehung	132°
Rückendrehung	50°
Halsdrehung allein	42°
Kopfdrehung allein	64°
	288°

also Drehung der Wirbelsäule allein 288° — 132° = 156°.

Bei einem jungen Manne fielen die Drehwinkel nur für die Beckendrehung merklich grösser, sonst fast gleich aus:

Beckendrehung	176°
Rückendrehung	50°
Halsdrehung allein	40°
Kopfdrehung allein	64°
	330°

also Drehung der Wirbelsäule allein 330° — 176° = 154°.

Bei den Messungen am Cadaver erwies sich die Drehung in den Lendenwirbeln so klein, dass sie nicht gemessen werden konnte.

Im Abschnitt der zwölf Rückenwirbel betrug sie	43°
In den sechs unteren Halswirbeln	50°
Im Atlasgelenk (Kopfdrehung)	54°
	147°

was den am Lebenden beobachteten Werthen 156° und 154° ziemlich nahe kommt.

---

[1] *The Anatomy of the Joints of Man.* London 1879. p. 79.

[2] Virchow's *Archiv.* Bd. 56. 1872. S. 466 u. ff.

Vergleicht man die Werthe von Volkmann mit denen Weber's so ergiebt sich folgende Tabelle:

Weber		Volkmann		
am Lebenden gemessen, jugendliches Individuum		am Lebend. gem. 71 jähr. Individ.	am Lebend. gem. jugendl. Individ.	am Cadaver gemessen
Beckendrehung	140°	132°	176°	—
Rückenwirbelsäule . . .	60°	50°	50°	43°
Halswirbelsäule . . . } Kopfdrehung . . . . }	160°	42° } 106° 64° }	40° } 104° 64° }	50° } 104° 54° }
	360°	288°	330°	147°
Wirbelsäule ohne Becken .	220°	156°	154°	147°

Hierbei ist zu bemerken, dass ich die Werthe der Volkmann'schen wie Weber'schen Messungen doppelt genommen habe, um die Gesammtgrösse der Excursionen nach rechts und links zu geben, und um dadurch die Zahlen mit denen meiner Beobachtungen vergleichbar zu machen.

Während die drei Volkmann'schen Beobachtungen unter einander ziemlich gut übereinstimmen, weichen sie bedeutender von denen Weber's ab. Nur damit stimmen sie überein, dass die Drehung in den Lendenwirbeln bei allen Beobachtungen verschwindend klein war, ferner, dass eine ziemlich beträchtliche Drehung an den Rückenwirbeln sich zeigte, die 43° bis 60° betrug, und dass die Halswirbelsäule, wenn man die Drehung des Atlas auf dem Epistropheus mit dazu rechnet, die Drehung in den Rückenwirbeln um das Mehrfache übertraf, und sich der Grösse der Beckendrehung auf den Femurköpfen und in den Fussgelenken näherte. Leider ist bei den Weber'schen Versuchen nicht angegeben, wieviel auf Rechnung der Kopfdrehung kommt, so dass sich die Drehbeweglichkeit der sechs unteren Halswirbel mit den Volkmann'schen Zahlen nicht vergleichen lässt.

Bei der mangelnden Uebereinstimmung der Beobachtungen zweier so exakter Forscher über denselben Gegenstand, erschien es wünschenswerth, den Gegenstand wieder aufzunehmen. Meine Messungen wurden nur am Cadaver angestellt, daselbst aber auf die einzelnen Wirbel ausgedehnt, was bisher noch nicht geschehen war.

I. Messung.

Die Wirbelsäule eines frischen Cadavers (40 jähriger Mann) wurde von den Rippen frei gemacht, die in einer Entfernung von 5 cm von der Wirbelsäule abgesägt wurden. An den Halswirbeln fand sich eine geringe Skoliose, die übrige Wirbelsäule zeigte ausser einer unten (S. 261 Anm.) besonders zu erwähnenden, keine Abnormitäten. Nach sicherer Fixirung des Beckens mittels Schrauben und nachdem in die Längsaxe der Halswirbelsäule ein Metallstab eingebracht war, wurde die Wirbelsäule in horizontaler Richtung aus-

gespannt erhalten, so dass ihre Lage möglichst der mittleren Haltung bei aufrechter Stellung des Körpers entsprach. Der Längsstab in der Halswirbelsäule war so dünn und so locker eingefügt, dass keinerlei Hemmung bei Drehung um die Längsaxe eintreten konnte. Durch den ersten Brustwirbel ward senkrecht zu der Längsaxe ein starker Stahlstab hindurch getrieben, an dessen Enden starke Fäden angebracht waren, welche durch Oesen am Fussboden liefen und es gestatteten, die Wirbelsäule in den extremen Drehstellungen zu fixiren. Die Drehung wurde mit den Händen so kräftig wie möglich ausgeführt. Durch jeden Wirbelkörper ward nun eine leichte Holznadel in frontaler Ebene senkrecht zur Längsaxe hindurch getrieben und an jede eine Pappscheibe sicher befestigt. An jeder Pappscheibe befand sich ein Senkelfaden, welcher natürlich bei jeder Drehung der Wirbelsäule seine verticale Lage beibehielt und somit gestattete den Drehungswinkel zu messen. Eine kleine Ungenauigkeit liegt bei dieser Messung darin, dass nicht alle Sagittalaxen der Wirbel horizontal liegen. Die abgelesenen Grade geben die Grösse der Drehung zum Becken an, die Differenzen zwischen je zwei aufeinander folgenden Winkeln die relative Drehung zwischen zwei benachbarten Wirbeln.

6.	Lendenwirbel	2·5°	also	Drehung	zum	Kreuzbein		2·5°
5.	„	3·5°	„	„	„	6.	Lendenwirbel	1·0°
4.	„	4·5°	„	„	„	5.	„	1·0°
3.	„	6·0°	„	„	„	4.	„	1·5°
2.	„	8.25°	„	„	„	3.	„	2·25°
1.	„	10·75°	„	„	„	2.	„	2·5°
12.	Brustwirbel	11·0°	„	„	„	1.	„	0·25° [1]
11.	„	15·0°	„	„	„	12.	Brustwirbel	4·0°
10.	„	20·0°	„	„	„	11.	„	5·0°
9.	„	23·5°	„	„	„	10.	„	3·5°
8.	„	31·5°	„	„	„	9.	„	8·0°
7.	„	37·0°	„	„	„	8.	„	5·5°
6.	„	41·0°	„	„	„	7.	„	4·0°
5.	„	46·0°	„	„	„	6.	„	5·0°
4.	„	53·0°	„	„	„	5.	„	7·0°
3.	„	55·5°	„	„	„	4.	„	2·5°
2.	„	63.25°	„	„	„	3.	„	7·75°
								63·25°

An dieser Wirbelsäule fanden sich bei der späteren Untersuchung 6 Lendenwirbel, 12 Brustwirbel, 7 Halswirbel; daher kam es, dass der 1. Brustwirbel bei der Beobachtung ausfiel. Man hatte den 2. Brustwirbel für den 1. gehalten.

II. Messung.

Frische Wirbelsäule mit Hinterhaupt, von einem 20 jährigen Muskelkräftigen normalen Manne, Selbstmörder.

[1] Die Kleinheit dieses Winkels rührt davon her, dass von dem 12. Rücken- zum 1. Lendenwirbel eine ungefähr haselnussgrosse Exostose als eine feste Brücke über die linke Seite der Zwischenwirbelscheibe ausgespannt war, welche eine wesentliche Hemmung bei Bewegungen verursachte.

Die Messung wurde in gleicher Weise wie die vorhergehende ausgeführt, nur mit dem Unterschiede, dass hier der Metallstab quer durch das Os occipitis hindurchgesteckt wurde.

5. Lendenwirbel	2·9°	also Drehung zum Kreuzbein	2·9°
4. "	5·6°	" " " 5. Lendenwirbel	2·7°
3. "	8.4°	" " " 4. "	2·8°
2. "	11·5°	" " " 3. "	3·1°
1. "	13.5°	" " " 2. "	2·0°
12. Brustwirbel	15·7°	" " " 1. "	2·2°
11. "	20·5°	" " " 12. Brustwirbel	4·8°
10. "	26·7°	" " " 11. "	6.2°
9. "	33·4°	" " " 10. "	6·7°
8. "	40·6°	" " " 9. "	7·2°
7. "	47·3°	" " " 8. "	6·7°
6. "	58·8°	" " " 7. "	11·5°
5. "	68·5°	" " " 6. "	9·7°
4. "	79·9°	" " " 5. "	11·4°
3. "	88·4°	" " " 4. "	8·5°
2. "	99·8°	" " " 3. "	11·4°
1. "	112·7°	" " " 2. "	12·9°
7. Halswirbel	125·7°	" " " 1. "	13·0°
6. "	141·0°	" " " 7. Halswirbel	15·3°
5. "	174·8°	" " " 6. "	33·8°
4. "	200·5°	" " " 5. "	25·7°
3. "	228·2°	" " " 4. "	27·7°
2. "	256·4°	" " " 3. "	28·2°
1. Halswirbel mit Hinterhaupt	362·1°	" " " 2. "	105·7°
			362·1°

Aus diesen Messungen ergibt sich zunächst eine grosse Verschiedenheit der Drehbeweglichkeit bei beiden Cadavern. Während bei der Wirbelsäule des älteren Mannes die Gesammtdrehung von Rücken- und Lendentheil 63·25° betrug, erreichte sie bei der Wirbelsäule des jungen Mannes die Höhe von 99·8°, trotzdem mit annähernd gleicher Kraft die Drehung ausgeführt wurde. Aber bei beiden Messungen zeigte sich in gleicher Weise, dass die Drehung der Lendenwirbel gegen einander verschwindend gering war, während sie bei den Rückenwirbeln ziemlich hohe Werthe zeigte. In beiden Fällen zeigten ferner die unteren Brustwirbel eine geringere Drehung als die oberen, und ebenso ergab sich, dass in der Mitte der Brustwirbelsäule eine relativ sehr grosse Drehung in Erscheinung trat. Die grösste Beweglichkeit in Beziehung auf Drehung zeigte die Halswirbelsäule, die leider nur bei der Wirbelsäule des jungen Mannes gemessen werden konnte. Die Drehung des Atlas zum Epistropheus erreichte einen Werth von 105·7°. Ausserdem war aber auch die Drehung des 5. zum 6. Halswirbel eine

sehr beträchtliche; sie erreichte die Höhe von 33·8°. Im Ganzen erreichte ich also viel höhere Drehungswerthe als Weber und Volkmann, und überhaupt Werthe, die im Einzelnen nicht eine wünschenswerthe Uebereinstimmung mit den Beobachtungen jener Untersucher zeigten.

Der Grund dieser Differenzen liegt noch ebenso im Untersuchungsobject wie in der Untersuchungsmethode. Es ist unbestreitbar, dass die Gelenke älterer Leute nicht die Beweglichkeit haben, wie die jugendlicher Individuen. Die Wirbelsäule alter Leute ist steifer, und wenn auch die Wirbelsäule des 71 jährigen Physiologen Volkmann nahezu eine gleiche Drehung zeigte wie die des jungen Mannes, so ist dies wohl als ein Ausnahmsfall zu betrachten und als ein Zeichen der allgemeinen jugendlichen Frische des Forschers anzusehen, deren sich derselbe bekanntlich bis in sein hohes Alter erfreute.

Dann ist aber auch die Methode der Untersuchung zu berücksichtigen. In der Arbeit über das Kniegelenk haben Braune und Fischer[1] nachgewiesen, wie unsicher die Beobachtungen an Gelenkbewegungen sind, wenn sie mit äusserer Gewalt am todten Gelenke ausgeführt werden, und wie die Bewegungen nur dann exakt beobachtet und gemessen werden können, wenn sie am lebenden Körper durch die Aktion der eigenen Muskeln zu Stande kommen.

Man müsste eigentlich auch an der Wirbelsäule die Drehbewegungen durch die eigenen Muskeln hervorbringen lassen, um richtig beobachten zu können. Weber und Volkmann haben dies auch versucht. Man sieht aber schon aus den Differenz-Ergebnissen, wie unvollkommen eine solche Messung ist. Eine Verschiebung der einzelnen Wirbel zu einander ist am Lebenden überhaupt nicht zu messen, nur eine ungefähre Uebersicht über die Art und Grösse der Bewegung einzelner Abschnitte der Wirbelsäule kann gewonnen werden. Die Versuche am Cadaver wiederum können nur Kenntniss davon schaffen, wie weit die einzelnen Wirbelgelenke an sich äusserer Gewalt nachzugeben vermögen. Ausserdem wird die Befestigung der Wirbelsäule bei der Messung, sowie die Grösse und Richtung der angewendeten bewegenden Kräfte bei keiner Messung die absolut gleiche sein, auch sind die Wirbelsäulen verschiedener Individuen, wenn sie auch für ganz normal gelten, an sich schon, ganz abgesehen von dem schon erwähnten Alter, nach der Beschäftigung der Individuen, in ihrer Beweglichkeit sehr verschieden von einander. Man erinnere sich nur an die Beweglichkeit die durch Uebung gewonnen werden kann, wie sie die sogenannten Kautschukmänner und Schlangenmenschen zeigen. Ausserdem möchte ich noch besonders darauf hinweisen, dass bei

[1] *Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften.* Leipzig 1891. Nr. II.

meinen Versuchen das Sternum und der grösste Theil der Rippen entfernt waren, dass also damit auch die Hemmungen wegfielen, die durch deren Vorhandensein bedingt sind.

Ich glaube daher, dass man nur in gewissen Grenzen die Messungen verwerthen darf, und beschränke mich darauf, aus meinen Messungen nur einige wenige Resultate zu ziehen. Im Grossen und Ganzen stimmen meine Befunde mit denen E. H. Weber's und Volkmann's überein; sie vervollständigen sie aber theilweise.

Die normale Lendenwirbelsäule besitzt keine Drehbeweglichkeit. Die Werthe waren hier so verschwindend kleine, dass sie für die Erscheinungen während des Lebens nicht in Betracht gezogen werden können.

Die Brustwirbel dagegen sind bei normalen Verhältnissen gegeneinander drehbar, und zwar kann die Brustwirbelsäule als Ganzes eine Drehung ausführen, welche mindestens die Hälfte eines rechten Winkels beträgt, vielleicht in vielen Fällen noch übertrifft. In jedem Falle wird bei Drehung des Rumpfes die Erscheinung auftreten, dass der Rücken am Uebergang der Brustwirbelsäule zur Lendenwirbelsäule in der Reihe der Dornfortsätze eine scharfe Knickung erhält.

Die unteren Rückenwirbel zeigen eine geringere Drehung als die oberen. Es wäre weiter zu untersuchen, ob regelmässig in der Mitte der Brustwirbelsäule die Drehung besonders hochgradig ist.

Durch besonders grosse Drehfähigkeit ist die normale Halswirbelsäule ausgezeichnet.

Volkmann fand zwar am Lebenden, dass die Halswirbelsäule allein ohne Atlas sich weniger drehte als die Brustwirbelsäule, dagegen zeigte seine Messung am Cadaver eine grössere Drehung am Halse. Ich glaube auf Grund meiner Messungen behaupten zu können, dass die Halswirbelsäule in Beziehung auf Drehung bedeutend beweglicher ist, als der Brusttheil, was auch schon aus den Beobachtungen des Torticollis hervorgeht, bei dem die Halswirbelsäule durch die Muskelcontraktur wie ein Sprenkel gebogen und gedreht ist.

Ergänzt und sehr erweitert wird die Drehung der Halswirbelsäule durch die Drehung des Atlas um den Zapfen des Epistropheus, eine Drehung, welche sich der Grösse eines rechten Winkels ziemlich nähert, und welche es mit Hilfe der Beckendrehung ermöglicht, dass man bei feststehenden Füssen den Kopf so weit drehen kann, dass man den ganzen Horizont zu überschauen vermag.

Um zu untersuchen, inwieweit die anatomischen Verhältnisse an den Gelenkfortsätzen mit den Ergebnissen der Versuche übereinstimmen, wurden nun Schnitte durch die Zwischenwirbelscheiben, senkrecht zur vertikalen Axe

derselben gelegt und die mit einander in Verbindungen gelassenen Gelenkfortsätze in derselben Ebene durchsägt. So erhielt ich genaue Bilder von der Lage der Gelenkspalten in dieser Ebene. Taf. XIV zeigt dieselben in der ganzen Reihe von der Gelenkspalte zwischen 3. und 4. Halswirbel an bis zu der zwischen 5. Lenden- und 1. Sacralwirbel.

Man übersieht sofort die grossen Unterschiede, die in der Anordnung der Gelenkspalten an den verschiedenen Abschnitten der Wirbelsäule vorhanden sind.

An den Lendenwirbeln und ebenso zwischen 12. Brust- und 1. Lendenwirbel legen sich die Gelenkfortsätze des unteren Wirbels wie zwei Backen von den lateralen Seiten her dicht an die Fortsätze des oberen Wirbels und müssen so bei der aufrechten Stellung jede Rotation um eine vor ihnen gelegene vertikale Axe hindern, so weit sie nicht etwa allein auf einer Compression der Gelenkknorpelscheiben beruht; wenn dagegen die Wirbelsäule vorwärts gebeugt wird, so werden, wie fernere, auf der Tafel nicht reproducirte Querschnitte zeigen, die Gelenkfortsätze des oberen Wirbels aus ihrem Lager herausgehoben und gestatten nun, da die unteren Enden ihrer Gelenkflächen einander etwas näher stehen als die oberen, eine Rotation um die vertikale Axe, aber auch nur in einem sehr geringen Grade.

An den Rückenwirbeln stellen die Gelenkspalten nicht, wie man erwartet, Abschnitte von Kreisbögen dar, deren Centrum ungefähr im Nucleus gelatinosus gelegen ist, sondern gehören, wenn überhaupt genau zu einem Kreis, so jedenfalls zu einem, dessen Centrum vor den Wirbelkörpern gelegen ist; seine Lage ist ausserdem für die verschiedenen Wirbel eine verschiedene. Diese Anordnung der Gelenkspalten als Abschnitte nach vorn concav gekrümmter Curven macht Rotationsbewegungen um eine vertikale Axe in weiten Grenzen möglich; bis jetzt konnte ich aber leider noch nicht entscheiden, ob auch nicht etwa in der Verschiedenheit der Krümmungsradien eine Erklärung für die Verschiedenheit der Bewegungsmöglichkeit in den einzelnen Gelenken gegeben ist.

An den Halswirbeln schwankt die Lage der Gelenkspalten anscheinend regellos; an einem Wirbel liegen sie fast in einer Geraden in frontaler Richtung, an einem anderen sind sie leicht nach vorn und an einem dritten sogar leicht nach hinten concav gekrümmt. Keine dieser Lagen scheint aber für die Ausführung von Rotationsbewegungen um eine vertikale Axe günstig, denn im ersten Falle würde das Rotationscentrum unendlich weit, im zweiten Falle wenigstens sehr weit vor den Gelenkspalten, im dritten Falle endlich, wie ja auch an den Lendenwirbeln, hinter denselben liegen. Für das Zustandekommen solcher Bewegungen im ersten Falle müsste also entweder erst der Knorpel theilweise stark deformirt werden, oder ein Klaffen der Gelenkspalten eintreten; die Winkelausschläge können aber auch

dann, wie ebenso im zweiten Falle, ohne eine starke seitliche Verschiebung der Wirbelkörper nicht gross sein. Nun lehrt aber eine genauere Betrachtung der Processus articulares, dass die Gelenkspalten zugleich schräg von oben ventral, nach unten dorsal gerichtet sind und dass Drehungen im angedeuteten Sinne nicht in horizontalen Ebenen um vertikale Axen stattfinden, sondern um schräggestellte: bei einer Rotation, bei welcher sich der Wirbelkörper nach rechts, die Gelenkfortsätze nach links bewegen, gleitet zugleich der linke Fortsatz des oberen Wirbels auf dem des unteren Wirbels schräg nach vorn aufwärts und lateralwärts, und der rechte Fortsatz bewegt sich im entgegengesetzten Sinne, so dass eine durch den Wirbel gelegte vorher horizontale Ebene jetzt nach rechts oben und etwas nach vorn sieht. Da die Schrägstellung der Proc. obliqui eine ziemlich bedeutende ist, so ist auch eine solche combinirte Drehung und Beugung um beträchtliche Winkelgrade möglich.

Als Muskeln, welche die Drehung der Wirbelsäule erzeugen, werden nach der Entdeckung von Theile die Rotatores meist zuerst genannt. Sie sind die einzigen Muskeln am Rücken, welche einen so bezeichnenden, funktionellen Namen besitzen; alle übrigen haben topographische oder von ihren Formen hergenommene Bezeichnungen; wie Sacrolumbaris, Longissimus dorsi, Semispinalis, Multifidus, Serratus; höchstens, dass die Gesammtmasse mitunter mit dem Namen des Opistothenar oder Erector trunci bezeichnet wird. Aber schon Theile erwähnt für die Drehung ausser den Rotatores noch andere Muskeln. Er hat schon lange vor Eduard Weber, dem Entdecker der Rumpfspirale, die schiefen Muskeln des Rückens für die Drehung mit in Rechnung gezogen. Er schreibt:[1]

„Bei der Zergliederung des braunen Bären 1836 fand ich nach Ablösung des Multifidus spinae, von demselben durch Bindegewebe geschieden, Muskelbündel, welche vom Querfortsatz zum Bogen des nächsthöheren Wirbels zogen, ohne den Dornfortsatz zu erreichen. Diese neuen Muskeln fehlten am Hals- und Lendentheile der Wirbelsäule. Am Rücken fanden sie sich zwischen je zwei Wirbeln, die hintersten ausgenommen, an denen Processus accessorii hervorragen. An menschlichen Leichen fanden sich die nämlichen Muskeln, ebenso bei anderen Thieren."

Er berichtet dann weiter über die Befunde an sechs menschlichen Leichen, unter denen sich der Körper des jungen Mädchens befindet, von dem die Abbildung genommen ist:

---

[1] Müller's *Archiv*. 1839. S. 102 u. ff.

„Die Muskeln entsprangen in allen Fällen von den Processus transversi und zogen in transversaler Richtung nach dem Wirbelbogen zur Wurzel des Processus spinosus herüber in vollkommen symmetrischer Anlage. Nur in Beziehung auf ihre Zahl fanden sich Abweichungen. Mitunter waren elf vorhanden, in einem Falle nur neun, meist zehn, die obersten und untersten waren diejenigen, welche beim Menschen variiren.“ Ausdrücklich trennt Theile die Rotatores von dem Multifidus spinae wegen des Ansatzes an die Wirbelbögen, während der Multifidus an die Dornfortsätze geht, und wegen der beide trennenden Bindegewebsschicht.

Er erwähnt aber die Betheiligung der anderen Rückenmuskeln bei der Axendrehung, soweit sie eine schiefe Lage zur Längsrichtung des Körpers haben, und führt dafür den Biventer und Complexus, die Splenii, die Semispinales und den Multifidus spinae an.

Sogenannte Rotatores longi, die über zwei Gelenke hinweggehen, also einen Wirbel überspringen, wie sie in fast allen anatomischen Handbüchern aufgeführt werden, kennt Theile nicht.

In den Handbüchern der Anatomie sind die Verhältnisse der Muskelmasse, die unter dem Namen Transversospinalis sich am besten zusammenfassen lässt, und die die Muskeln des Semispinalis, des Multifidus und der Rotatores begreift, nur sehr unvollständig behandelt. Man spricht von Muskeln, die von den Processus transversi ausgehen und an den Processus spinosi inseriren und eine Reihe von Schichten bilden, die nach der Tiefe zu immer kürzere Muskeln enthalten. Nach administrativem Ermessen hat man die obersten Muskelzüge, die über fünf bis sechs Wirbel hinwegziehen, Semispinalis genannt und die tieferen, welche drei höchstens vier Wirbel überspringen, als Multifidus bezeichnet und trennt davon die darunter liegenden, die über ein Gelenk und über zwei Gelenke hinweggehen, sich aber nur am Rückentheile finden sollen, als Rotatores longi und breves. Man vergleiche hierbei die Handbücher von Arnold, Hyrtl, Cruveilhier, Testut, Langer, Henle, Gegenbaur, Hoffmann, Rauber, welche mehr oder weniger ausführlich diesen Gegenstand behandeln. Manche lassen die Rotatores ganz unberücksichtigt, alle aber, die sie erwähnen, geben an, dass sie nur am Rückentheile sich finden. Diejenigen, die neben den Rotatores den Multifidus unter den Semispinales aufführen, betonen, dass derselbe aus verschieden langen Muskeln in übereinander liegenden Schichten besteht, die über drei und zwei Wirbel hinwegziehen. Von den Autoren der Handbücher mögen nur einige angeführt werden.

Arnold[1] erwähnt die Rotatores nicht, gibt aber ausdrücklich an, dass die tiefsten Muskelzüge des Multifidus an die Basis des Dorn's des

[1] *Anatomie.* Bd. I. 1845. S. 588.

zunächst darüber liegenden Wirbels inseriren, am Rücken auch an den unteren Rand des Bogens desselben. Ueber die Richtung der Muskelfasern sagt er nur, dass die Abtheilungen des Multifidus mehr oder weniger schief von den Querfortsätzen aus nach innen und oben zu den Dornfortsätzen und Bögen verlaufen.

Gegenbaur[1] sagt, dass der Multifidus nur über zwei bis drei Wirbel hinwegzieht. Die Rotatores bilden nach ihm die tiefste von dem Multifidus nur künstlich trennbare Schichte des Transversospinalis. „Sie bestehen aus platten Muskelbündeln, welche an der Brustwirbelsäule entweder nur einen Wirbel überspringend, vom oberen Rande der Querfortsatzwurzeln zur Basis der Dornfortsätze verlaufen (Rotatores longi) oder vom Querfortsatz zum zunächst höheren Wirbelbogen ziehen (Rotatores breves). An den letzteren ist der schräge Verlauf fast zum queren geworden.“

„In den Rotatores sind die oberflächlich über ganze Abschnitte der Wirbelsäule hinziehenden Muskelmassen in einzelne von Wirbel zu Wirbel sich erstreckende Muskelchen aufgelöst. Solche bestehen auch zwischen den Fortsätzen der Wirbel, und finden eine mächtigere Ausbildung zwischen dem Hinterhaupt und den beiden ersten Halswirbeln.“

Henle,[2] bezeichnet den Multifidus als die zweite Schichte des Transversospinalis. Er reicht mit seinen Ursprüngen vom dritten Kreuzwirbel bis zum dritten Halswirbel und gibt Insertionen an alle Beugewirbel und den untersten Drehwirbel ab. Die steilsten seiner Bündel gehen über vier, die meisten nur über drei oder zwei Wirbel. Er fährt dann fort:

„Hat man vorsichtig die Masse der unter einander verflochtenen Muskelfasern des Multifidus entfernt, so bleiben auf den Brustwirbeln vereinzelte mehr oder minder genau abgegrenzte Muskeln liegen, wieder in zwei Schichten, die oberflächlicheren Rotatores longi, von der Wurzel jedes Querfortsatzes, einen Wirbel überspringend, zum Seitenrande des zweithöheren Wirbeldorns; die tieferen, Rotatores breves, von der Wurzel des Querfortsatzes zur Wurzel des nächst höheren Dorns.“

Nach diesen Autoren besteht also das Transversospinalsystem aus Muskelzügen, die von den Processus transversi ausgehen und schief nach innen und oben ziehend sich an die Processus spinosi bis zum zweiten Halswirbel ansetzen. Die langen Züge, die über fünf und mehr Wirbel hinweggehen, sind die Semispinales; sie finden sich nur an Hals und Rücken, nicht aber in der Lendengegend. Die kurzen Züge, die von den längeren

[1] *Anatomie.* Bd. I. 1890. S. 354 u. 355.
[2] *Muskellehre.* 1871. S. 43.



Zügen bedeckt werden, und die über zwei, drei bis vier Wirbel hinweggehen, bilden den Multifidus. Er ist in der ganzen Länge der Wirbelsäule vorhanden.

Im Weiteren aber zeigen sich abweichende Ansichten. Die einen kennen keine besonderen Rotatores, und nehmen an, dass der Multifidus in der ganzen Länge der Wirbelsäule tiefste Züge enthalte, die von Wirbel zu Wirbel gehen. Die anderen trennen davon die Rotatores, welche aber nur am Rückentheile vorhanden sind und in lange und kurze getheilt werden, je nachdem sie von Wirbel zu Wirbel gehen, oder einen Wirbel überspringen.

Diese Differenz der Meinungen veranlasste mich zu einer erneuten Untersuchung des Transversospinalsystems. Die Ergebnisse meiner Arbeit sind folgende, wie sie Taf. XV erläutern.

Das Transversospinalsystem besteht aus dem Semispinales und dem Multifidus. Beide lassen sich von einander isoliren, aber nicht in jedem Falle. Mitunter hängen sie so verfilzt mit einander zusammen, dass man bei der Abtrennung mehrere Faserzüge zerschneiden muss. Die Semispinales finden sich nur am Hals und Rücken in der von Henle und Anderen beschriebenen Weise; sie überspringen fünf und mehr Wirbel, sind aber nicht immer regelmässig gebildet; oft fehlen einige Züge.

Der Multifidus ist viel regelmässiger gebildet; er findet sich in der ganzen Länge der Wirbelsäule, vom Kreuzbein bis zum zweiten Halswirbel. Er überspringt zwei, drei, vier Wirbel. Die einzelnen Züge sind aber so untereinander verfilzt, dass sich die längeren von den kürzeren Bündel nur künstlich, durch Zerschneiden von Muskelfasern, trennen lassen.

Davon durch eine Bindegewebslage geschieden, liegen in der Tiefe Muskelzüge, die von Wirbel zu Wirbel gehen, bedeckt von längeren, die einen Wirbel überspringen. Sie sind vom Kreuzbein an, bis zum zweiten Halswirbel, an allen Wirbeln nachweisbar. Nur mitunter fehlt der eine oder der andere Zug, namentlich an der Halswirbelsäule. Sie inseriren sämmtlich an den Wirbelbögen zu beiden Seiten der Wurzel der Dornfortsätze.

Am Lendentheil und zwölften Brustwirbel entspringen die kurzen (Taf. XV, Fig. 3) von den Bögen der Wirbel neben dem Ursprung der Processus spinosi, am Kreuzbein von dessen Dorsalfläche, und ziehen in gerader Richtung, der Längsaxe parallel, nach aufwärts. Im Rückentheil entspringen sie von der medialen Fläche der Wurzel der Processus transversi, zum Theil auch von den Bögen selbst und haben eine transversale Richtung, die nur an den vier oberen Brustwirbeln in eine mehr schiefe übergeht. Am Halstheile entspringen sie von der Hinterfläche der Wirbelbögen und näheren sich nach aufwärts immer

mehr der geraden Richtung. Die langen Züge, welche einen Wirbel überspringen (Taf. XV, Fig. 1 u. 2), entspringen unten von der Hinterfläche des ersten und zweiten Kreuzbeinwirbels, im Lendentheile von den Processus mamillares, und haben dadurch mit Ausnahme der Sacralmuskeln eine mehr schiefe Richtung als die kurzen. Im Brusttheile entspringen sie von der hinteren Fläche der Processus transversi und gewinnen oben mit der Abnahme der Wirbelkörper eine immer schiefere Richtung. Am Halstheile entspringen sie von der hinteren Fläche der Processus articulares und gewinnen dadurch wieder eine mehr steilere Richtung.

Aus der Richtung der Muskelfasern ist schon erkennbar, dass die am Lendentheil befindlichen Muskeln gar nichts zur Drehung beitragen können. Dies ist nur am Rückentheile der Wirbelsäule möglich, wo sie theilweise fast senkrecht zur Drehaxe liegen, und auch am Halstheile, da hier eine in transversaler Richtung wirkende Componente vorhanden ist. Ihre Wirkung besteht also im Lendentheil in einer reinen Extension, im Rückentheil in einer reinen Rotation und am Halstheil in einer Rotation combinirt mit einer Seitwärtsbeugung.

Die Muskeln bilden, wie man sieht, ein zusammenhängendes System, und verdienen den Namen Rotatores nicht in allen ihren Theilen. Man muss also diesen funktionellen Namen fallen lassen, da er nur auf den Hals- und Rückentheil anwendbar wäre. Aber auch hier empfiehlt er sich nicht, da die Drehung wesentlich von anderen Muskeln besorgt wird, die beträchtlich stärker sind und weiter von der Drehungsaxe entfernt liegen, als diese relativ sehr schwachen Muskeln. Sie können im Hals- und Rückentheile, wenn sie einseitig wirken, etwas Weniges zur Drehung mit beitragen; werden aber, wenn sie gleichzeitig auf beiden Seiten agiren, die Streckung der Wirbelsäule mit unterstützen.

Aber auch der topographische Name: Transversospinales passt nicht, da sie sich gar nicht an die Processus spinosi ansetzen und nur zum kleinsten Theile von den Processus transversi ihren Ursprung nehmen.

Am besten würde ein indifferenter, nichts präjudicirender Name sein, und ich schlage deshalb vor, sie als Submultifidus zusammenzufassen.

Die Hauptmuskeln für die Drehung des Körpers sind die an der Aussenfläche gelegenen Theile der Eduard Weber'schen Muskelspirale, wie sie in Funke's *Physiologie*[1] beschrieben ist, die unten am Becken mit den breiten Bauchmuskeln beginnt und nach oben in die schlanken Muskelzüge der Splenii, Serrati postici superiores, Scaleni und Sternocleidomastoidei ausläuft, Muskelzüge, die durch die verknöcherten Inscriptionen der Rippen unterbrochen werden. Die Stärke dieser Muskeln und ihr

[1] Bd. II. 2. Abth. S. 16 u. 17. Leipzig 1880.

grosses Drehungsmoment, welches durch ihre grosse Entfernung von der Drehungsaxe gewonnen wird, erklärt es, dass wir uns mit solcher Leichtigkeit und Gewalt drehen können. Die sogenannten Rotatores kommen dabei kaum in Betracht. Da diese Muskelzüge bei der Drehung vom Becken ausgehen und schliesslich am oberen Theile des Halses und am Kopfe anfassen, so habe ich auch bei den Drehungen der Wirbelsäule meine Hände oben an einem Stabe, der durch das Os occipitis quer hindurch getrieben war, angesetzt, um wenigstens annähernd ähnlich, wie die Muskeln es thun, die Drehung zu bewirken.

Herrn Dr. O. Fischer, der mir bei den Messungen hilfreich zur Seite stand, sage ich meinen ergebensten Dank.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIV u. XV.)

Taf. XIV.

Querschnitte durch die Gelenkspalten der Wirbel, gewonnen durch Durchtrennung der Zwischenwirbelscheiben mit dem Messer und durch Durchsägung der Gelenkfortsätze in dieser Ebene. Sämmtliche Querschnitte sind von derselben Wirbelsäule. Die erste Zeichnung stellt die Gelenkspalten zwischen drittem und viertem Halswirbel dar, die letzte die zwischen fünftem Lendenwirbel und Kreuzbein. Sämmtliche Zeichnungen nach dem frischen Praeparat.

Taf. XV.

Fig. 1 stellt eine Halbprofilansicht, **Fig.** 2 eine Rückansicht einer und derselben Wirbelsäule dar, an der die kurzen und langen Züge des Submultifidus praeparirt sind. Am zwölften Brustwirbel waren die Verhältnisse etwas unklar; daher die Lücke auf Fig. 2 und die Differenz zwischen Fig. 1 und 2.

Fig. 3 stellt die Rückenansicht einer Wirbelsäule dar, an der nur die kurzen Züge des Submultifidus dargestellt sind.

Sämmtliche drei Zeichnungen direct nach dem frischen Praeparat.

Zur Leber- und Pankreasentwickelung.

Von

Dr. Walther Felix,
Prosector und Privatdocent in Zürich.

(Hierzu Taf. XVI—XVIII.)

Veranlassung zu dieser Untersuchung ergab ein Referat Ph. Stöhr's[1] im hiesigen zoologisch-morphologischen Referierabend über das Pankreas und seine Entwickelung. Ich beabsichtigte anfangs nur die Pankreasentwickelung an meinen Serien von Hühnerembryonen zu untersuchen, sah mich aber bald gezwungen, die Untersuchung auf die erste Anlage der Leber auszudehnen. Durch die Liebenswürdigkeit meines Collegen H. Meyer war ich in der Lage zwei fertige Serien junger menschlicher Embryonen durchmustern zu können. Eine dritte Serie, im Besitz unseres Institutes, wurde mir von meinem Chef, Prof. Stöhr, bereitwilligst zur Verfügung gestellt. Mit gleicher Collegialität überliess mir Prof. Martin eine Serie durch einen Katzenembryo zur Untersuchung der Pankreasentwickelung.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, den genannten Herren an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen zu können. Ebenso verdanke ich dem lebhaften Interesse, das Prof. Stöhr meiner Arbeit entgegentrug, eine Reihe nutzbringender Anregungen.

I. Leberentwickelung.

a) Vogelleber.

1. Die Gallengänge und die Gallenblase im ausgewachsenen Thier.

Das Duodenum bildet bei allen Vögeln eine mehr oder weniger grosse Schleife. Wir unterscheiden in Folge dessen den absteigenden Schenkel, den Schleifenwinkel und den aufsteigenden Schenkel. Der absteigende

[1] Man vergleiche auch den Aufsatz Stöhr's in dem *Jahresbericht der anatomischen Hefte* für 1891. Herausgegeben von Bonnet und Merkel.

Schenkel geht unter fast rechtem Winkel vom Pylorus ab, erreicht bei Individuen mit langem Duodenum fast die Schambeinfuge und biegt unter Bildung des spitzen Schleifenwinkels in den aufsteigenden Schenkel um. Dieser ist ebensolang wie der absteigende und läuft dicht neben und parallel mit demselben in die Höhe, so dass die Uebergangsstelle des Duodenum in den Dünndarm in gleicher Höhe mit dem Pylorus und direct neben dem Anfang des absteigenden Schenkels zu liegen kommt. Zwischen beiden Schenkeln des Duodenum ist eine schmale Gekrösplatte ausgespannt, welche cranialwärts mit dem Omentum minus und dem Lig. hepato-duodenale — wenn man diese Ausdrücke der menschlichen Anatomie hier anwenden darf — zusammenhängt. In dieser Gekrösplatte liegen die Leber- und Pankreasgänge. Bei den meisten Vögeln sind zwei Gänge vorhanden, die man sehr unzweckmässig mit „linker und rechter Lebergang" benennt. Diese Bezeichnung mag bei einzelnen Individuen keine Verwechselung zulassen, für andere dagegen ist sie völlig unbrauchbar. Beide Lebergänge münden nicht in gleicher Höhe in den Darm, so dass man stets einen cranialen und caudalen Lebergang unterscheiden kann. Der craniale Gang verbindet fast durchweg Leber und Darm, wäre also als Ductus hepatoentericus anzusprechen, der caudale Gang wird durch die Einmündung der Gallenblase in zwei Theile geschieden, den Leberblasengang (D. hepatocysticus) und den Blasendarmgang (D. cystico-entericus). Bei Thieren, welche keine Gallenblase besitzen, sind dann zwei D. hepato-enterici vorhanden.

Die nachfolgenden Angaben habe ich der Monographie Gadow's in Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches entnommen.

Was zunächst den Ort der Einmündung dieser beiden Lebergänge in den Darm anbetrifft, so ist derselbe einer grossen Variation unterworfen. In gleicher Weise variiert die Entfernung zwischen den beiden Lebergängen, bald münden beide Gänge dicht nebeneinander, bald sind dieselben durch die ganze Länge des Duodenum getrennt. Dicht zusammen in den absteigenden Schleifenschenkel münden die Lebergänge bei den Lamellirostres, bei den Halcyones und Epopes, in den Schleifenwinkel bei Coccygus, in den aufsteigenden Schleifenschenkel bei den meisten Ratitae, den Tubinares, Pelargi, Grallae, Alcidae, Rasores, Striges, Pici und Passeres. Weit von einander getrennt sind die Gänge bei den Pteroclidae und den Columbinae, die Verhältnisse variieren aber bei ein und demselben Thiere sehr bedeutend. Bei Syrrhaptes fand Brandt folgende Verhältnisse: entweder mündet der Cystico-entericus mit einem Pankreasgang dicht unter dem Pylorus, während der D. hepato-entericus mit dem zweiten Pankreasgange gerade gegenüber am Ende des aufsteigenden Schleifenschenkels sich in die Darmhöhle ergiesst, oder die beiden Lebergänge münden zusammen mit einem

Pankreasgange am Ende des Duodenum. Ich werde auf diesen auffallenden Befund noch zu sprechen kommen.

Die Lage der Einmündungsstelle der beiden Lebergänge ist bei fast allen Vertretern der einzelnen Ordnungen constant. Der D. hepato-entericus ist der craniale, der Cystico-entericus oder sein Aequivalent der caudale. Merkwürdigerweise finde ich aber bei zwei Individuen und bei einer ganzen Ordnung das umgekehrte Verhältniss verzeichnet. Bei dem Flamingo und dem bereits oben erwähnten Syrrhaptes wird der D. cystico-entericus als der craniale und der Hepato-entericus als der caudale angegeben. Aus welchem Grunde Gadow bei den Columbinae die gleiche Reihenfolge für die Lebergänge annimmt, ist mir nicht recht verständlich. Bei den Tauben haben wir nur zwei D. hepato-enterici, von diesen mündet der eine direct am Pylorus, der andere ihm gegenüber am Ende des aufsteigenden Schenkels. Welcher von diesen beiden Gängen dem Cystico-entericus der anderen Vögel entspricht, ist am ausgewachsenen Thiere sicher nicht zu entscheiden.

Ueber das Fehlen des D. hepato-cysticus habe ich keine Beobachtung finden können. Bei den meisten Hühnern, die ich praeparieren konnte, fand ich nur einen D. hepato-entericus und einen D. cystico-entericus gut entwickelt, der D. hepato-cysticus war durch eine Reihe feiner Canäle, die zusammen noch lange nicht der Dicke des Cystico-entericus entsprachen repräsentiert.

Die Gallenblase fehlt nur bei den Columbinae und Psittaci (Ausnahmen sind verzeichnet) und bei Struthio. Bei letzterem finden wir keine Gallenblase und keinen caudalen Lebergang; mit der Gallenblase sind auch der D. hepato-cysticus und D. cystico-entericus ausgeblieben. Dass der Strauss ursprünglich wie alle anderen Vögel zwei Lebergänge besessen hat, davon legt die Anwesenheit eines zweiten rudimentären Ganges bei jugendlichen Individuen Zeugniss ab. Von diesem Ausbildungszustand bei dem Strauss bilden die Verhältnisse bei den Tauben und Papageien, wo wir keine Gallenblase, aber zwei Lebergänge entwickelt haben, ferner bei Chalcophaps chrysochlora, bei dem im rechten Leberlappen eine linsengrosse Erweiterung des einen Leberganges als Andeutung einer Gallenblase aufgefasst wird, den Uebergang zu dem Ausbildungszustand der Lebergänge bei den übrigen Vögeln.

2. Die Entwickelung der Lebergänge und der Gallenblase beim Hühnchen.

Die Litteratur dieses Capitels ist eine spärliche. Seit der Goette'schen[3] Untersuchung im Jahre 1867 ist der Gegenstand nicht wieder bear-

beitet worden. Alle neueren Autoren und Lehrbücher der Entwickelungsgeschichte stützen sich auf die Angaben Goette's. Die Leber entsteht nach diesem Autor aus zwei hohlen Höckerchen, welche die gesammte Darmwand in die Herzlücke vortreibt. Obgleich diese beiden Höckerchen ursprünglich eine gemeinsame Wurzel haben, indem der zwischen ihnen gelegene Theil der Darmwand nicht im Niveau der übrigen Darmfläche bleibt, so bildet sich doch kein wirklich gemeinsamer Stamm, weil die Anlagen sich sehr bald vollkommen trennen. Die kürzere, aber breitere rechte Papille ragt frei in die Herzlücke vor, während die linke, mehr lang, als breit, sich in der Richtung des Darmrohres cranialwärts ausdehnt. Aus diesen Höckerchen entstehen die Lebergänge, welche den Stamm der Vena omphalo-mesenterica umfassen, der vordere von der linken, der hintere von der rechten Seite. Schon nach wenigen Stunden kommt eine Verbindung der primitiven Lebergänge zu Stande, welche durch Verschmelzung zweier von der Mitte der primitiven Lebergänge aus einander entgegen wachsenden soliden Fortsätze entsteht. Bei fortgesetztem Wachsthum nimmt die dem Vorderarm sich anschmiegende Leberanlage eine längliche Gestalt an, welche nach vorn einen seichten Einschnitt, sowie zwei runde Ecken, die erste Anlage der Leberlappen zeigt. Erst am fünften Tage entwickeln sich diese in die Breite, und zwar vorherrschend der vom rechten Lebergange abstammende rechte Lappen. Die Gallenblase entwickelt sich vom rechten Lebergange aus.

Soweit Goette! Wer die eben beschriebene Anlage dieser paarigen Leberhöcker vergleicht mit der oft 10 cm betragenden Entfernung der beiden Lebergänge, der wird gegen die paarige Anlage einiges Bedenken haben. In der That entwickeln sich die beiden Lebergänge nicht paarig, denn sie treten nicht gleichzeitig auf und entwickeln sich in verschiedener Höhe des Vorderarmes. Wir können also auch entwickelungsgeschichtlich einen cranialen und einen caudalen Lebergang unterscheiden.

Zuerst erscheint der craniale Gang. Man findet ihn bereits angelegt am Ende des zweiten Tages, ehe die Drehung des Embryo beginnt. Auf dem jüngsten Stadium, welches ich besitze, hat der Gang bereits eine gewisse Ausdehnung (90 μ). Er entspringt von der Lippe der Vorderdarmpforte. Unter Lippe der Vorderdarmpforte verstehe ich diejenige Stelle des Entoderms, an welcher die ventrale Wand des Vorderdarmes in das Dotterentoderm umbiegt (Fig. 19, Fig. 21). Der Vorderdarm ist in der Nähe der Darmpforte noch weit und geht erst allmählich in cranialer Richtung in die Röhrenform über, wir können demnach einen geformten Theil des Vorderdarmes von einem ungeformten unterscheiden (Fig. 19). Der Gang selbst liegt fast genau in der Medianebene nur sein Ursprung weicht etwas nach links ab. Dieses Abweichen hängt mit der ganzen Gestalt des ungeformten

Vorderdarmabschnittes zusammen, von welchem der Lebergang entspringt. Dieser Abschnitt liegt zwischen den beiden Venae omphalo-mesentericae. Von diesen beiden Venen ist die rechte die stärkere, namentlich in der Nähe des Einflusses in den Sinus venosus. Infolge dessen ist der zwischen diesen beiden Venen verlaufende Vorderdarm gezwungen sich der Contour der rechten Vena omphalo-mesenterica anzupassen und damit einen Bogen nach links zu machen. Es sieht also auf Schnitten gerade durch den Anfang des Leberganges aus, als ob er nach links abgegeben würde, er verläuft aber genau cranialwärts dicht vor dem geformten Vorderarmabschnitt, so dass ihn die Medianebene in zwei Hälften spaltet. Cranialwärts erreicht der Gang die Lungenanlage, deren caudales Ende er noch überragt. Auf dem Querschnitt erscheint er als Oval, dessen längste Axe in frontaler Richtung steht. Er ist überall durchgängig, von Drüsensubstanz in seiner Umgebung ist nichts zu sehen. Dicht über der Einmündungsstelle dieses Leberganges in den Vorderdarm, vereinigen sich die beiden Venae omphalo-mesentericae zum Sinus venosus, der in der Medianebene aufsteigt und sich in die Vorhöfe ergiesst. Der Lebergang liegt dorsal von diesem Sinus venosus, zwischen diesem und den Vorderdarm, ist also in seinem weiteren Verlauf der verschiebenden Einwirkung der Vene entzogen. Dieses Verhältniss des cranialen Ganges zu dem Sinus venosus ist von Wichtigkeit, wir können deswegen denselben auch den dorsalen Gang nennen.

Mit der Weiterentwickelung des Embryo beginnt die Drehung desselben. Dieselbe geht bekanntlich etappenweise vor sich. Es dreht sich zunächst nur der craniale vom Dotter abgehobene Theil des Embryo, der mittlere und caudale Theil können dieser Drehung nicht folgen, da sie noch vollkommen flach dem Dotter aufliegen. Demnach muss an der Grenze zwischen dem freien und dem aufliegenden Theil des Embryo eine Knickung desselben eintreten. An der Stelle zwischen freiem und aufliegenden Theil liegt die Vorderdarmpforte, sie wird also die Knickungsstelle markieren. Hier entsteht der zweite, der caudale Lebergang. Fig. 1 giebt einen Querschnitt durch seine Einmündungsstelle wieder. Man sieht an der mit „caudaler Lebergang" bezeichneten Stelle die rechte Wand des Vorderdarmes eine kleine Ausbuchtung nach rechts treiben. Die Figur ist so orientiert, dass die schiefe Lage des Vordertheiles des Embryo zur Horizontalebene sofort sichtbar wird. Die Linie, welche vor dem Eingang in den Vorderarm gezogen ist, entspricht der Frontallage des mittleren und hinteren Theiles des Embryo. Durch die Drehung des Embryo nach links, werden also die Theile der linken Seite zusammengepresst, die der rechten gedehnt. Der Raum zwischen Embryo und Dottersack ist links stark verkleinert, während rechts ein freier Raum geschaffen wird. Organe, die sich vorbuchten oder sich in Folge eines stärkeren Wachsthumes als das des ge-

sammten Körpers falten müssen, werden diesen freien Raum benützen, also nach rechts vom Körper abgehen. In der That sehen wir das Herz seine Schlinge jedes Mal nach rechts bilden und diese Verlagerung nach rechts wird um so markanter, je mehr die Drehung des Embryo fortschreitet. Andererseits werden Theile, die auf der linken Seite liegen, zusammengepresst, diesem Druck werden die Hohlräume des Körpers am ehesten nachgeben. Daher ein Zusammenpressen der linken Vena omphalomesenterica, daher die grössere Weite der rechten Vene in diesem Entwickelungsstadium.

Der caudale Lebergang entsteht im Gegensatz zu dem cranialen Lebergang nach der Drehung des Embryo. Er findet also ganz bestimmte mechanische Verhältnisse vor, welchen er sich anpassen muss. Er stellt eine Ausstülpung dar, muss also nach rechts hinüber. Es ist also in der That die Beobachtung Goette's richtig, nur haben wir es hier nicht mit einer paarigen Anlage zu thun, sondern mit zwei von einander zunächst unabhängigen Gängen, die durch mechanische Verhältnisse zufällig, der eine nach links, der andere nach rechts gedrängt werden. Dieses rechts und links gilt aber auch nur beschränkt und zwar nur für die Einmündungsstellen und für diese auch nur für die allererste Entwickelung.

Form und Ausdehnung des caudalen Ganges an Querschnitten zu beschreiben, ist für Autor und Leser gleich umständlich und lästig. Ich habe deswegen, mit Ausnahme der oben besprochenen Abbildung vollständig auf die Wiedergabe von Querschnitten verzichtet und beschränke mich mit der Beschreibung auf eine Reihe von Modellen, die ich nach der verbesserten Born'schen Methode angefertigt habe. Die Figuren 19 und 20 sind nach der Querschnittsserie eines Embryo angefertigt, der in seiner äusseren Form ungefähr dem Modell 10 der His'schen Hühnerembryonenmodelle entspricht. Das Modell giebt nur das Stück Vorderdarm von der Darmpforte bis zur Lungenanlage wieder; das Entoderm ist entlang der Darmpforte abgeschnitten gedacht. Fig. 20 giebt das Modell von der ventralen, Fig. 19 das Modell von der linken Seite gesehen wieder. In der Ansicht von der ventralen Seite sieht man zunächst die flache Darmrinne sich vertiefen, die Darmpforte verengt sich immer mehr, bis sie schliesslich nur eine schmale Spalte darstellt. Die Einmündungsstelle des caudalen Leberganges in den ungeformten Vorderdarmabschnitt ist deswegen nicht sichtbar. Ich führe das ausdrücklich an, weil das Modell 13 der His'schen Modelle weit unterhalb der Vorderdarmpforte zwei paarige Grübchen zeigt, die man eventuell mit der Leberanlage verwechseln könnte. Dagegen sieht man, wie der caudale Gang nicht etwa direct horizontal nach rechts wächst, wie man nach der Beschreibung und Abbildungen Goette's vermuthen könnte, sondern wie er direct cranialwärts umbiegt, um parallel

der rechten Vorderdarmwand zu verlaufen. Dabei ist er nicht genau senkrecht gestellt, sondern weicht ventralwärts der rechten Vena omphalo-mesenterica aus, an deren ventrale Seite er zu liegen kommt. Man kann diese schief ansteigende Verlaufsrichtung an der Fig. 19 sehen, wo die Ausdehnung des Ganges durch die punktierte Linie angegeben ist. Die beiden Lebergänge unterscheiden sich nicht bloss durch die Einmündung in verschiedene Höhe des Darmes, sondern auch durch ihre Lagebeziehungen zu den grossen Venen des Herzens, während der craniale Gang dorsalwärts derselben liegt, wächst der caudale Gang an der ventralen Seite derselben in die Höhe. Wir haben also einen craniodorsalen und einen caudoventralen Lebergang. Wenn wir in diesem Stadium von einem caudoventralen Gang sprechen, so heisst das, der Entwickelung etwas vorauseilen. Wir haben eigentlich noch keinen Gang, sondern zunächst nur eine Rinnenbildung vor uns; allerdings hat am oberen Ende bereits die Losschnürung der Rinne von der Darmwand begonnen, wie das die Fig. 20 zeigt. Auf Fig. 19 ist dem Modell in die linke Vorderdarmwand ein Fenster eingeschnitten und man sieht wie in der oben beschriebenen Richtung eine Rinne verläuft, die sich cranialwärts immer mehr vertieft, caudalwärts allmählich ohne scharfe Grenze in die Darmwand ausläuft. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass der Gang sich aus der Rinne durch allmähliche Abschnürung entwickelt und zwar wird durch die Rinne gleichzeitig die craniocaudale Richtung angedeutet, in welcher der Abschnürungsprocess vor sich geht. Es ist damit, wenn auch nur für einen minimalen Abschnitt eine Wanderung der Einmündungsstelle des caudalen Ganges in den Darm nach abwärts nachgewiesen. Ich halte es desshalb für unrichtig, jetzt schon von einem Pylorus oder einem primitiven Duodenum zu sprechen.

Ich muss noch einen Augenblick bei dem Verhältniss des caudalen Leberganges zur rechten Vena omphalo-mesenterica verweilen. Der Gang läuft am unteren und ventralen Umfange dieser Vene vorbei. Dadurch kommt die Vene in eine Rinne zu liegen, eine Rinne zwischen dem Gang und der Vorderdarmwand. Die Rinne ist ja auf der Fig. 20 deutlich zwischen beiden zu sehen. Je mehr sich der Gang ausdehnen wird und je mehr er gegen die Medianebene drängt, wie das später der Fall ist, um so stärker wird der Druck anwachsen, dem die Vene ausgesetzt ist. Wir sehen später die Vena omphalo-mesenterica dextra im Wachsthum stark hinter der linken zurückbleiben. Vielleicht, dass dieses mechanische Verhältniss geeignet ist, diese Thatsache in etwas zu erklären.

Der craniale Gang hat sich bei diesem Embryo so gut wie gar nicht verändert. Seine Länge (90 μ) ist dieselbe geblieben. Nur die Lage seines cranialen blinden Endes hat sich umgestaltet. Bei dem jüngeren Embryo liegt dasselbe etwas über dem caudalen Ende der Lungenanlage, jetzt er-

reicht es dieselbe nicht mehr ganz. An der Stelle wo der craniale Gang dem Vorderdarme aufsitzt, prägen sich aber jetzt links wie rechts zwei Falten aus, die caudalwärts allmählich verstreichen. Man hat deutlich den Eindruck, als ob sie bestimmt wären die Fortsetzung des cranialen Ganges nach abwärts aus dem Vorderdarme abzuschnüren. Auf Fig. 19 sind sie mit „Abschnürungsrinnen" bezeichnet.

Sobald der caudale Lebergang gebildet ist, beginnt er ein lebhaftes Wachsthum zu zeigen und zwar weniger in die Höhe als in die Breite. Figg. 21 und 22 sind rechte und ventrale Ansicht eines Modelles, welches nach einem etwas älteren Embryo als der vorhergehende hergestellt wurde. Fig. 22 entspricht der Fig. 20. Der caudale Gang sitzt immer noch von rechts her dem Vorderdarme auf. Die Einmündungsstelle in den Darm erreicht aber bereits die Medianebene. Der Gang sendet nach rechts und links zwei Flügelplatten aus, die von vornher den Sinus venosus umfassen. Die linke Platte geht etwas nach aufwärts, die rechte nach abwärts, sie sind auf Fig. 22 als rechte und linke Anastomosenplatte bezeichnet. Die rechte Platte scheint dem caudalen Gange der Fig. 20 zu entsprechen, die linke Platte einem neu abgeschnürten Theil der Lippe der Vorderdarmpforte, auf Fig. 20 geht gerade der Strich mit „Lippe der Vorderdarmpforte" an diese Stelle heran. Für beide Behauptungen habe ich keinen directen Beweis. Allein es würde sich, diese Entwickelung vorausgesetzt, das allmähliche Aufwärtswandern der Einmündungsstelle des caudalen Leberganges, die ja bei dem vorhergehenden Embryo bereits entschieden die Tendenz hat abwärts sich an der Darmwand zu verschieben, am zwanglosesten erklären. Es ist dann dieses Aufwärtswandern nur ein scheinbares, indem das Stück Darmwand, das cranialwärts der Einmündungsstelle bei der Fig. 19 lag, mit in die Leberanlage einbezogen wird. Dafür spricht auch die Lagebeziehung des caudalen Leberganges zur Vorderarmpforte. Das Verhältniss zwischen der Einmündung des caudalen Leberganges und der Darmpforte ist auf Fig. 21 noch fast das gleiche wie auf Fig. 19. Mit fortschreitendem Wachsthum verlängert sich der Vorderdarm schwanzwärts auf Kosten des auf dem Dotter flach ausgebreitetem Darmabschnittes. Es wird also auch die Vorderdarmpforte ihre Lage wechseln und caudalwärts rücken. Ist das Verhältniss dasselbe geblieben zwischen Lebergang und Darmpforte, dann muss der Lebergang der Wanderung der Darmpforte gefolgt sein. Dies kann er aber nur dadurch, wenn das Bild der Fig. 21 dabei entstehen soll, dass auch ein Theil der Vorderdarmlippe zur Bildung des Leberganges benützt wird. Immer ist aber dabei festzuhalten, dass nur die medialen Theile der Anastomosenplatten durch diesen Abschnürungsprocess geliefert werden können, dass dagegen die mehr lateralen Abschnitte aus einem activen Wachsen des Ganges hervorgegangen

sein müssen. Dafür spricht auch der Befund an Querschnitten. Das Lumen findet sich nur in den medialen Parthien der Platten, während die peripherischen solid sind. An den Anastomosenplatten, und zwar auf ihrer ventralen Seite, finden sich Höckerchen und flache Unebenheiten, die erste Andeutung des zukünftigen Leberbalkennetzes. Sie sind auf den Abbildungen weggelassen. Wir können also hier zum ersten Male zwischen Ganganlage und Drüsenanlage unterscheiden. Der Unterschied in der Wachsthumsrichtung der beiden Anastomosenplatten erklärt sich in mechanisch sehr einfacher Weise. Die linke Platte ist durch die Drehung des Embryo und die damit einhergehende Verkleinerung des Raumes auf der linken Körperseite gehindert die Mittellinie zu überschreiten und schiebt sich deswegen am Sinus venosus in die Höhe, bis sie den Vorhof erreicht, hier ist ihrem Aufwärtswachsen ein Ziel gesetzt. Ueber der rechten Platte liegt die Herzschlinge, sie kann desshalb nur zum kleinen Theil cranialwärts wachsen, mit dem grössten Theile wird sie sich nach rechts und unten vorschieben.

Der craniale Gang zeigt jetzt bedeutende Veränderungen, wenn er auch in der Intensität des Wachsthumes nicht Schritt hält mit dem caudalen Gange. Zunächst ist der Gang bedeutend länger geworden. Seine Darmmündung befindet sich, wie bei der vorigen Serie, an der Uebergangsstelle des ungeformten in den geformten Vorderdarm, sein craniales Ende erreicht nicht mehr die Lungenanlage. Er erscheint platt gedrückt, da er sich eng an den Sinus venosus anschmiegt. Auch er zeigt insofern actives Wachsthum, als er Seitenäste abgehen lässt, sie sind auf der Fig. 21 mit Rami anastomotici bezeichnet. Es finden sich drei solche Rami anastomotici, zwei stärkere auf der rechten, ein schwächerer, aber längerer auf der linken Seite. Letzterer nähert sich, um den Sinus venosus herumlaufend, dem oberen Ende der ihm entgegenkommenden Anastomosenplatte des caudalen Leberganges. Auf dem Querschnitt ergiebt sich der craniale Gang durchweg canalisirt, nur das obere Ende scheint solid zu sein und sich in zwei Zipfel zu spalten, die auf den Figuren nicht gut zu Tage treten. Die Lichtung des Ganges treibt geringe Ausbuchtungen in die Seitenäste vor; der periphere Theil derselben ist aber vollständig solid. Irgendwelche Andeutung einer Bildung von Leberbalken findet sich am cranialen Gange sicher nicht.

Diese Serie halte ich für entscheidend für die Art und Weise des Längenwachsthums auch des cranialen Ganges. Vergleichen wir die Figg. 19 und 21 miteinander, so sehen wir Anfang und Ende an gleicher Stelle liegen. Die Mündung des cranialen Ganges findet sich beide Male an der Grenze zwischen ungeformtem und geformten Vorderdarm. Das Verhältniss hat sich fast in seinen absoluten Werthen erhalten. Beide Modelle

sind bei derselben Vergrösserung angefertigt und es ist die Entfernung der Gangöffnung in den Darm von der Lippe der Vorderdarmpforte bei beiden Modellen fast die gleiche. Die Vorderdarmpforte ist unzweifelhaft caudalwärts verschoben, folglich muss auch die Einmündungsstelle des Leberganges eine ähnliche Wanderung durchgemacht haben. Während das Verhältniss der Gangmündung zur Darmpforte dasselbe geblieben ist, hat sich ihre Beziehung zur Lungenanlage bedeutend geändert, es hat sich die Gangmündung um fast die ganze Länge des jetzt deutlich als spindelförmige Erweiterung erkennbaren Magens von der Lungenanlage entfernt. Der Gang ist somit keine Ausstülpung, sondern eine rinnenförmige Abschnürung des Entoderms der Darmwand. Durch diese Erklärung erhalten die auf Fig. 19 beschriebenen Abschnürungsrinnen ihre volle Bedeutung, sie sind es, welche auf dem bereits frühen Stadium gleichsam das Material, aus welchem der Gang sich bildet, in der Darmwand abgrenzen. Für diese Abschnürungstheorie sprechen noch weitere Thatsachen. Betrachten wir das craniale Ende des Ganges. Bei dem ersten nicht abgebildeten Embryo lag das Gangende über dem unteren Ende der Lungenanlage, bei dem zweiten Embryo (Fig. 19) erreichte es bereits nicht mehr die Lungenanlage, um endlich bei dem dritten Embryo noch mehr zurückzubleiben. Diese scheinbare Verkürzung erklärt sich leicht. Während der Gang sich abschnürt, wächst der Darm in die Länge und entfernt auf diese Weise oberes Gangende und untere Lungenanlagegrenze immer mehr voneinander. Die schliessliche Entfernung beider im Embryo 3 (Fig. 21) giebt das Maass an, um welches unterdessen der Darm sich vergrössert hat. Beruhte diese bedeutende Längenzunahme, bedeutend im Vergleich zur Zunahme des Darmes, des cranialen Ganges auf actives Wachsthum desselben, so hätte sich doch zum mindesten die Entfernung zwischen Gangende und Lungenanlage nicht vergrössern dürfen.

Ein weiterer Grund für die Abschnürungstheorie ist ein negativer Befund. Wo ein solches Längenwachsthum durch Vermehrung des vorhandenen Materiales auftritt, sollte man eine lebhafte Zelltheilung erwarten. Die Praeparate zeigen keine Spur einer Kerntheilung. Der Gang bleibt sich ferner in seinen Dimensionen immer gleich, nicht nur der Gang desselben Embryo in verschiedenen Höhen, sondern auch die Gänge der drei Embryonen untereinander. Wo aber im embryonalen Körper ein Gang durch Apposition an seinem Ende oder durch Vermehrung seiner Elemente in dieser Weise in die Länge wächst, wird er an seinem Ende immer schmäler sein, weniger zellige Elemente enthalten, als an seinem Anfang. Das einzige Zeichen activen Wachsthums sind eben die Anastomosengänge. Diese sind aber gegenüber den Anastomosenplatten des caudalen Ganges sehr schwach entwickelte Bildungen zu nennen.

Als einen letzten Beweis für die Wanderung des Ganges, sei noch die grosse Variabilität seines Verhältnisses zu dem caudalen Gange angeführt. Beide Gänge finden sich immer getrennt angelegt, wäre die Einmündungsstelle constant, dann müsste sich die getrennte Einmündung immer wieder von Serie zu Serie vorfinden, wie ja das auch auf den zur Beschreibung ausgesuchten der Fall ist. Dagegen habe ich auf einzelnen Serien eine gemeinsame Mündung beider Gänge verzeichnen können. Der caudale Gang ist dann an seiner Einmündungsstelle sehr weit und es mündet der craniale in den caudalen Gang unmittelbar bevor derselbe sich in den Darm eröffnet.

Dass der Gang mit der bislang constatierten Verschiebung am Darm noch nicht seine definitive Einmündungsstelle erworben hat, beweisen die auch bei diesem Embryo auftretenden Abschnürungsrinnen (Fig. 5).

Waren bis jetzt die Verhältnisse ziemlich einfache, so beginnen sie sich nun zu complicieren. Der Embryo, nach dessen Querschnittsserie die Figg. 23 und 24 modelliert wurden, hat sich stark zusammengekrümmt. Seine äussere Form entspricht dem Modell 13 der His'schen Hühnerembryonen. His hat seinen Embryo so modelliert, dass er den stark bauchwärts gekrümmten Kopf aufgerichtet hat, der Embryo erhielt dadurch natürlich eine bedeutend gestrecktere Lage, der Sinus venosus und der dorsal gelegene Darm verlaufen in gerader Linie. Ich habe mein Modell genau dem His'schen angepasst und gewann damit den Vortheil, das Duodenum in gerader Linie modellieren zu können. Die Reconstruction wurde so angefertigt, dass jedes Mal nur der Hauptgang und seine allerersten Drüsenäste modelliert wurden. Die eigentliche Drüsensubstanz, die sich wie ein Ring um die beiden Lebergänge herumlegt, giebt ein so compliciertes Bild, dass die Wiedergabe desselben einmal dem Zeichner die Aufgabe sehr erschwert, andererseits wichtige Verhältnisse der Gänge vollkommen zugedeckt hätte. Die Fig. 24 zeigt die ventrale Seite des caudalen Ganges, die Fig. 23 das Modell etwas von hinten und rechts.

Die Leber erscheint nicht mehr als doppelte Anlage, sondern macht den Eindruck eines einheitlichen Gebildes. Sie umgiebt wie ein Schanzenkorb der vielfach durchlöchert ist, den Sinus venosus; aus diesem Korb entwickeln sich dann caudalwärts die beiden Gänge. Bestand schon auf Fig. 21 ein Missverhältniss zwischen dem Entwickelungsgrade der beiden Gänge, so wird dasselbe auf dieser Serie noch viel ausgeprägter. Der caudale Gang erscheint als ein mächtiger Stamm mit vielen Seitenästen und Zweigen, der craniale dagegen ist das schmächtige Gebilde geblieben, das er auf Fig. 21 war, seine Breite ist noch dieselbe, und nur seine Länge hat bedeutend zugenommen. Einzig und allein sein oberes Ende zeigt einen Fortschritt; war bereits auf der vorigen Serie an dieser Stelle ein actives Wachsthum zu vermuthen, so manifestiert sich dasselbe jetzt in

der Entwickelung einer dünnen Platte, welche dem dorsalen Umfange des Sinus venosus anliegt und auf Figg. 23 und 24 mit Anastomosenplatte des cranialen Ganges bezeichnet ist. Diese Anastomosenplatte stellt den am weitesten cranialwärts gelegenen Theil der Leber dar, sie liegt nicht mehr dorsal von dem Sinus venosus, sondern direct hinter den Vorhöfen. Der caudale Gang umfasst mit seinen beiden Anastomosenplatten den Sinus venosus derartig, dass ungefähr $^3/_4$ seines Umfanges von denselben bedeckt werden. Im Bereich des cranialen Ganges gehen einzelne Zipfel der Platte, wie das Fig. 23 zeigt, noch weiter und stossen fast an denselben an, im Bereich der cranialen Anastomosenplatte verschmelzen die caudalen Anastomosenplatten, wie ich kurz sagen will, mit der ersten und wir bekommen hier einen allseits geschlossenen Ring von Lebersubstanz um den Sinus venosus herum. Dass die caudalen Anastomosenplatten nicht so weit cranialwärts reichen, wie die craniale, beruht auf der Lagerung des Herzens. Der Schanzenkorb erscheint auf der Fig. 24 oben wie ausgebrochen, an dieser Stelle liegt die Einmündung des Sinus venosus in die Vorhöfe. Durch die Verwachsung der Anastomosenplatten ist eine ausgedehnte Verbindung beider Gänge herbeigeführt worden. Es muss noch hervorgehoben werden, dass den Haupttheil dieser den Sinus venosus umgebenden Leberspange von dem caudalen Gange geliefert wird, der craniale Gang erscheint mehr wie ein kleiner accessorischer Gang.

Die charakteristische Lagerung der beiden Gänge zu den grossen Venenstämmen ist noch in gleicher Deutlichkeit gewahrt, dagegen ist abermals eine Aenderung in der Lagebeziehung zu dem Darmrohre eingetreten. Auf Fig. 21 war die Einmündung des cranialen Ganges dicht hinter der spindelförmigen Anschwellung des Magens, oder wie man jetzt wohl sagen darf, unmittelbar hinter dem Pylorus. Die Fig. 23 lässt vom Magen nichts mehr erkennen, derselbe liegt weiter cranialwärts, es hat sich also eine sehr bedeutende Verschiebung der Gangmündung herausgestellt. Dieselbe ist um die ganze Länge des primitiven Duodenums nach abwärts gewandert. Mit dieser Wanderung nach abwärts geht Hand in Hand das scheinbare Längenwachsthum des Ganges und erklärt sich damit, dass trotz der gewaltigen Verlängerung keine Verbreiterung desselben eingetreten ist. Die gleiche Verschiebung muss natürlich auch der caudale Gang durchgemacht haben. Seine Wanderung hat sich aber gegen früher verlangsamt, bis jetzt hielt er gleichen Schritt mit der caudalwärts sich verschiebenden Lippe der Vorderdarmpforte, er sass ihr an den früheren Serien unmittelbar auf. Jetzt ist die Entfernung zwischen beiden so gross geworden, dass die Vorderdarmpforte auf Fig. 23 nicht einmal mehr mit abgebildet werden konnte. Die gleiche Verlangsamerung ist auch bei der Wanderung des cranialen Ganges nachzuweisen. Man braucht ja nur die Entfernungen

zwischen den beiden Gängen auf Figg. 21 und 23 zu vergleichen. Diese Verlangsamerung, die auf der ganzen Linie sich bemerkbar macht, findet ihren Grund darin, dass beide Gänge ihre definitive Mündungsstelle erreichen. Am caudalen Gange beginnt sich bereits in umgekehrter, in caudocranialer Richtung ein Abschnürungsprocess geltend zu machen, welcher dem Abwärtswandern ein Ziel setzt. Die Einmündungsstelle in den Darm stellt damit nicht mehr die am weitesten schwanzwärts gelegene Stelle des caudalen Ganges dar, sondern die Aussackung, die jetzt durch den Abschnürungsprocess entsteht; von dieser Aussackung aus entwickelt sich später die Gallenblase.

Hervorgehoben zu werden verdient noch die Verbreiterung des Darmrohres an Stelle des Abganges der beiden Lebergänge. Beide Gänge münden eigentlich nicht direct in den Darm, sondern in ein Divertikel desselben. Diese Divertikelbildung des Darmes ermöglicht eigentlich erst, dass die Gallenblasenaussackung gebildet werden kann.

Auf Fig. 24 ist nur die ventrale Seite des caudalen Ganges dargestellt, um ein Bild zu geben von der mächtigen Entwickelung desselben, er ist mindestens dreimal so breit als der craniale Gang. Die beiden Anastomosenplatten der Fig. 22 haben wir jetzt am oberen Gangende zu suchen, sie sind nicht mehr so scharf von einander getrennt wie auf dieser Figur, man könnte eine Mittelplatte und zwei Flügelplatten unterscheiden. Ausser der Anastomosenplatte treibt aber der Gang noch eine ganze Reihe von Seitenästen, die ja auf Fig. 24 deutlich sichtbar sind, nach links fünf, nach rechts drei. Die mehr cranialwärts gelegenen Zweige sind weiter entwickelt, als die caudalwärts gelegenen; die cranialen Seitengänge sind eben früher entstanden, als die caudalen.

Unmittelbar nach diesem Stadium erscheint die Anlage der Gallenblase. Sie entsteht als bläschenförmige Erweiterung des caudalen Ganges und zwar in der oben erwähnten Gallenblasenaussackung. Das Bläschen stellt anfangs eine ziemlich gleichmässige Erweiterung des Ganges dar und liegt, wie das bei der Entstehung nicht anders zu erwarten ist, in der Medianebene. Je mehr die Abschnürung der Gallenblasenaussackung fortschreitet, um so mehr entwickelt sich die Gallenblase ventrocaudalwärts, die früher gleichmässige Erweiterung wird jetzt zur Ausstülpung, so dass schliesslich die Gallenblase wie eine Birne an einem dicken hohlen Stiele nach abwärts hängt.

Während der Anlage der Gallenblase hat der caudale Gang mit seinen Anastomosenplatten die Seitenflächen des cranialen Ganges erreicht und verschmilzt mit kurzen Ausläufern desselben, so dass jetzt auch die dorsale Wand des Korbes geschlossen wird und die Lebermasse wie ein Cylinder den Sinus venosus umgiebt. Auf diesem Stadium ist es vollständig unmöglich zu bestimmen, was von dem caudalen, was von dem cranialen

Gange gebildet wurde. Der ganze Korb stellte früher ein solides Flechtwerk dar, nur die beiden Gänge waren hohl und diese Lichtung setzte sich ein Stück weit in Seitenäste und Platten fort. Jetzt treten überall in den soliden Leberbalken Lichtungen auf, völlig unabhängig von der Lichtung der beiden Gänge. Die Hohlräume der Leberbalken sind voneinander unabhängig, man sieht wohl hier und da einen Hohlraum sich spalten, Seitenzweige abgeben, ein eigentliches Canalnetz kann man aber nicht mit Bestimmtheit behaupten.

Mit der Anlage der Gallenblase hat der caudale Lebergang seinen höchsten Entwickelungszustand erreicht. Schon im Stadium der bläschenförmigen Auftreibung der Gallenblasenaussackung, macht sich eine Rückbildung des caudalen Ganges geltend. Das Lumen des Ganges, das unmittelbar neben dieser Aussackung, im Embryo der Figg. 23 und 24 sehr weit war, verengt sich allmählich. Mit zunehmender Ausbildung der Gallenblase macht diese Verengerung Fortschritte, bis schliesslich das Lumen gänzlich verschwindet und meist der Gallenblasenhals nur noch durch mehrere solide Stränge mit dem Leberbalkengerüst, das unterdessen aus dem Korb um den Sinus venosus herum sich entwickelt hat, in Verbindung bleibt. Wir können also jetzt den caudalen Gang in seine Theilstücke zerlegen, in den mächtigen Ductus cystico-entericus, der noch die volle Weite des ehemaligen caudalen Ductus hepato-entericus bewahrt hat und in mehrere Stränge, solid, unscheinbar, die späteren Ductus hepato-cystici. Diese Stränge sind nicht blos an den Blasenhals gebunden, sie könnten noch näher dem Gallenblasenfundus abgehen. Durch diese Umänderung ist zunächst, für kurze Zeit allerdings nur, die Continuität der Ganglichtung vollständig aufgehoben. Der caudale Gang ist seines Charakters als Hauptausführungsgang definitiv entkleidet und nun tritt an seine Stelle der craniale Gang. War auf dem Stadium der Figg. 23 und 24 irgendwelche Secretion der Drüse vorhanden, so hat sich jetzt der Secretstrom im Bereiche des caudalen Ganges umzukehren.

Die Hauptmasse der eigentlichen Drüsensubstanz wurde von dem caudalen Gange geliefert, ausser der geringen Anastomosenplatten an seinem oberen Ende lieferte ja der craniale Gang so gut wie gar keine Drüsensubstanz. Dieses ganze Netzwerk von Leberzellenbalken verliert auf diesem Stadium mit einem Schlage seinen Ausführungsgang und findet in dem cranialen Gange einen neuen Sekretleiter. Aus den soliden Verbindungssträngen zwischen Gallenblase und Lebernetz entwickeln sich zwar später die Leberblasengänge, dieselben sind aber so fein, dass man bei makroskopischer Praeparation sie vollkommen übersehen kann und eine Gallenblase herauspraepariert, die vollständig unabhängig von der Lebermasse ist. Nur durch die mikroskopische Untersuchung kann ihre sichere Existenz nach-

gewiesen werden. Die Leberblasengänge können also absolut nicht mit dem cranialen — oder wie er jetzt zu nennen wäre — dem Ductus hepato-entericus concurrieren. Es bleibt die gewiss auffallende Thatsache bestehen, dass eine Drüse ihren Ausführungsgang verliert und dafür mit einem neuen in Verbindung tritt. Dieser Wechsel ist eben nur möglich durch diese ausgedehnte Anastomosenbildung, die in der Verwachsung ganzer Platten besteht. Es verdient ferner der ausdrücklichen Erwähnung, dass in dem Entwickelungsstadium, in welchem die Verbindung der beiden Gänge eintritt, nur die Gänge und die unmittelbar benachbarten Parthien hohl angelegt sind, dass in dem Lebernetz wohl hier und da Hohlräume und Gänge auftreten, dass aber nirgends ein einheitliches Canalnetz gebildet ist. Wenn später die Verbindung aller der Gallenkapillaren zu Gängen eintritt und die Gänge ihrerseits mit den Ausläufern des Hepaticus in Verbindung treten, ist der Wechsel der Ausführungsgänge schon längst vorüber.

Soviel secundäre Aeste der craniale Gang treibt, soviel Hauptäste besitzt der spätere Hepaticus.

Der caudale Gang war bis zu seinem oberen Ende hohl, an der Unterbrechungsstelle sehr weit. Nach der Unterbrechung durch die Entwickelung der Gallenblase ist die Lichtung des cranialen Theiles des caudalen Ganges verschwunden. Es geht der Gang, wie das ja auch frühzeitig auf Fig. 21 angedeutet ist, in der Bildung von Drüsensubstanz auf. Da hier über die Einbeziehung des Ganges zur Bildung der Leberdrüsensubstanz kein Zweifel herrschen kann, werde ich bei Beschreibung der Entwickelung der menschlichen Leber auf diesen Vorgang zurückkommen.

Diese eigenthümlichen Verhältnisse der Leberentwickelung lassen sich nur noch mit einem einzigen Entwickelungsvorgange vergleichen. Bei der Entwickelung der bleibenden Niere finden wir gleichfalls eine Zweitheilung, die Drüsensubstanz und die Ausführungsgänge werden an verschiedenen Stellen gebildet. Die Drüsensubstanz, die Malpighi'schen Körper und die gewundenen Canälchen entstehen an Ort und Stelle aus dem Nierenblastem, dessen Herkunft zwar unbekannt ist, das aber sicher mit der Ureterentwickelung nichts Gemeinsames hat, die Ausführungswege der Niere entstehen aber durch Ausstülpung aus dem Wolff'schen Gang kurz vor seinem Eintritt in die Cloake.

Mit dem eben besprochenen Stadium ist die Entwickelungsgeschichte der Leber beendigt. Der weitere Ausbau knüpft sich an bereits bekannte Gebilde, so entwickelt sich jetzt von dem Korb der Leberzellenbalken um den Sinus venosus herum die erste Andeutung der Leberlappen. Der rechte Leberlappen prävaliert bald vor dem linken, das sind längst bekannte Thatsachen. Auf die feinere histologische Entwickelung kann ich nicht eingehen.

Für die Richtigkeit des eben klargelegten Entwickelungsganges sprechen nicht bloss die ununterbrochene Reihenfolge der einzelnen Stadien, sondern auch die einzelnen Varietäten, welche die Lebergänge bei den verschiedenen Vögeln aufweisen. Ich bin dadurch in der Lage, für die Ontogenese der Hühnerleber gleichsam eine Phylogenese aufzustellen. Bevor ich den Vergleich ziehe, möchte ich in wenig Sätzen den Entwickelungsgang der Leber noch einmal zusammenfassen. Die beiden Lebergänge werden zu verschiedener Zeit an verschiedenen Stellen des Vorderdarmes angelegt. Beide Gänge entstehen nicht durch Ausstülpungen, die activ wachsend sich in cranialer Richtung ausdehnen, sondern aus rinnenförmigen Abschnürungen. Die ganze Ganglänge wird nicht mit einem Schlage angelegt, sondern in Intervallen. Es wandern somit beide Gänge in caudaler Richtung dem Darm entlang. Die Communicationsöffnung der Gänge mit dem Darm erreicht erst am caudalen Ende des primitiven Duodenum ihre definitive Stelle. Sie ist also von der Mitte des späteren Magens entlang dem ganzen Duodenum abwärts gewandert. Die Länge der Wegstrecke stimmt überein mit der Längsausdehnung der Gänge. Während der craniale Gang nur in seinem oberen blinden Ende etwas embryonale Leberdrüsensubstanz liefert, wuchern vom caudalen Gange aus eine gewaltige Menge von Drüsenbälkchen in das die Gänge umgebende Mesenchymgewebe. Dieses Netzwerk von Drüsenbälkchen umspinnt von der ventralen Seite her den Sinus venosus und erreicht, dem Umfange desselben nach der dorsalen Seite nachgehend, den cranialen Gang, bezw. dessen Anastomosenplatte. Der caudale Gang giebt noch der Gallenblase Ursprung und beginnt sich dann in seinen cranialen Parthien rückzubilden, so dass nur sein unterster Abschnitt in seiner alten Form als Ductus cystico-entericus erhalten bleibt. Das Lebernetz erscheint jetzt als Bildung des cranialen Ganges.

Die Varietäten erklären zunächst die Wanderung der Lebergänge. Es genügt ja ein Blick auf die oben angeführte Zusammenstellung, um zu sehen, wie die Lebergänge bald in den absteigenden Duodenalschenkel, bald in den Schleifenwinkel, bald in den aufsteigenden Schenkel einmünden. Die oft weit getrennten Einmündungsstellen der beiden Lebergänge sprechen für die Länge des Weges, den der caudale Gang durchgemacht hat. Die grosse Entfernung erklärt sich wohl am besten dadurch, dass der craniale Gang der Wanderung des caudalen nicht gefolgt ist. Der beste Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung würde eine Untersuchung der Anlage der Taubenleber ergeben. Legen sich bei der Taube die beiden Gänge in ähnlicher Weise an, wie bei dem Hühnchen, so wäre die Wanderung des einen Ganges allein bewiesen. Ich bin leider nicht im Besitz von Taubenserien und habe mir trotz aller Mühe keine verschaffen können, so dass ich diesen Beweis schuldig bleiben muss. Dagegen kann ich eine Beobach-

tung anführen, die wohl gleichfalls beweisend ist. Bei Thieren, deren Lebergänge weit von einander getrennt münden, kommen Varietäten vor. So bei dem oben bereits besprochenen Syrrhaptes, bei welchem man das eine Mal die beiden Gänge weit von einander getrennt traf, den einen am Anfang, den anderen am Ende des Duodenums und das andere Mal beide Gänge am Ende des Duodenums. Hier ist also das eine Mal der craniale Gang nicht gewandert, während er bei dem zweiten Exemplar dem caudalen Gange gefolgt ist.

Ausser Stande zu erklären bin ich die umgekehrte Lage der Gänge bei Flamingo und Syrrhaptes. Hier ist der Ductus hepato-entericus, der beim Hühnchen als cranialer Gang angelegt wird und sich bei allen übrigen Thieren als cranialer Gang bestimmen lässt, der caudal gelegenere. Man kann doch unmöglich annehmen, dass der eine Gang am anderen vorbei gewandert ist. Vielleicht liegt hier ein Beobachtungsfehler vor.

Das Stadium der Fig. 23 haben wir zeitlebens bei den Tauben und Papageien, welche keine Gallenblase besitzen, wenn wir von der Entfernung der beiden Gänge von einander absehen. Hier ist der caudale Gang, nachdem er die Höhe seiner Entwickelung erreicht hat, nicht rückgebildet worden, sondern verharrt zeitlebens auf dieser Entwickelungsstufe. In Uebereinstimmung mit der Ontogenie des Hühnchens ist die Thatsache, dass sich bei dem Chalcophaps als einzige Andeutung der Gallenblase eine Erweiterung des rechten Leberganges im rechten Leberlappen vorfindet. Auch die Verhältnisse des Strausses können als Beweis herangezogen werden. Der Strauss besitzt keine Gallenblase, aber auch nur einen Lebergang. Mit der Gallenblase ist auch der zweite Gang geschwunden und nur ein Rudiment desselben bei jugendlichen Individuen zeugt für seine Anwesenheit auf früherer Entwickelungsstufe.

Ich kehre noch einmal zu der ersten Anlage der Leber zurück. His (6) führt in seiner Monographie die Bildung der Darmdrüsen auf eine Faltenbildung zurück, die ganz gesetzmässig auftritt; die Schilddrüse, die Lungen, die Leber und das Pankreas entstehen nicht durch locale Wucherung des Darmdrüsenblattes, vielmehr ordnen sie sich dem allgemeinen Gesetze unter, wonach das Wachsthum in der Keimscheibe von einem Wachsthumsmittelpunkt ausgehend stetig abnimmt. In einer späteren Arbeit (7) (Unsere Körperform und das physiologische Princip ihrer Entstehung) geht His noch weiter, indem er in den Seitenparthieen des ursprünglich flach ausgedehnten Vorderdarmes bereits das von Anbeginn an bestimmte Material nicht bloss zur Bildung der Lungen, sondern auch der Leber erkennen will. Gegen diese letztere Ausdehnung, welche noch unter dem Einflusse der Theorie von der paarigen Leberanlage getroffen wurde, spricht eben die unpaare Anlage der Leber. Mit dem Princip der Falten-

bildung ist dagegen His vollkommen im Recht. Wenn wir den soeben angelegten Vorderdarm eines Hühnchens ausgiessen, so erhalten wir eine dünne, flach gebogene Platte, ähnlich einer Verbandschiene. In der Mitte ist sie etwas dünner, nach rechts und links nimmt sie an Dicke zu. Die Vorderdarmhöhle stellt also einen ganz flachen Spaltraum dar. Aus diesem Spaltraum des Vorderdarmes entwickelt sich allmählich die Röhrenform des Darmes. Welche Kräfte diese Umwandlung bewirken, kann ich nicht entscheiden, es genügt mir für diese Betrachtung die Thatsache, dass zunächst der mittlere Abschnitt dieses Spaltraumes in eine Röhre umgewandelt wird. Cranialwärts von dieser mittleren Region bleibt die breite spaltförmige Form des Vorderdarmes bis weit in die spätere Entwickelungsperiode hinein erhalten, caudalwärts öffnet sich die Spalte ventralwärts, um allmählich in die weite flache Rinne überzugehen, mit welcher der Mitteldarm dem Dotter aufgelagert ist. Die Peripherie der definitiven Röhre ist geringer als diejenige der ursprünglichen Spalte. Sobald die Umwandlung in die Röhrenform eintritt, ist ein Ueberfluss an Wand vorhanden, wenn ich so sagen darf. Dieser Ueberschuss an Wand kann Doppeltes bewirken. Entweder wird die Wand der Röhre dicker als die Wand des Spaltraumes, oder die Wand der Röhre wird gefaltet. Ueber Wanddicke und die Ursachen ihrer Zunahme bei einem schnellwachsenden Embryo bestimmte Angaben zu machen, halte ich für eine Unmöglichkeit, auch wenn Kerntheilungsfiguren sich nicht vorfinden. Das „Entweder" ist also nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Dagegen ist die Faltenbildung Thatsache; sie tritt an der ventralen Seite des Darmrohres auf. Das Warum ist mechanisch zu erklären. Der Darm ist dorsalwärts an die hintere Leibeswand befestigt, durch diesen ruhenden Punkt haben wir die Lage des ganzen Kreises — wenn wir der Betrachtung ein Querschnittsbild zu Grunde legen — fixirt. Der Umformung zur Röhre wird an der Stelle ein grosser Widerstand entgegensetzt, wo der Vorderdarm in den flachen Mitteldarm übergeht, der Widerstand wirkt in ventraler Richtung, wird um so stärker sein, je näher wir uns dem Eingang in den Vorderdarm befinden und allmählich in cranialer Richtung abnehmen. In Folge dieses Widerstandes muss eine Rinne entstehen, die in der ventralen Seite des sich schliessenden Darmrohres liegt und sich mehr und mehr vertiefend endlich caudalwärts öffnet. Diese Rinne oder Falte wird noch dadurch besonders vertieft, dass das Entoderm des Vorderdarmes, wenn es in das Dotterentoderm umbiegt, nicht sofort nach beiden Seiten aus einander weichen kann, sondern erst zwischen den beiden dicht neben einander liegenden Venae omphalo-mesentericae hindurch treten muss. Diese Leberfalte wird allmählich gegen die Mitte des Embryo vorrücken und in Folge dessen die offene Darmrinne sich schrittweise in den geschlossenen Darm umwandeln. Dem

sich caudalwärts immer neu anschliessenden Vorderdarmabschnitte folgt die Umwandlung in die Röhrenform nach und damit auch die Falte. Die Leberfalte wandert also mit der Vorderdarmpforte caudalwärts, dieses Wechselspiel muss so lange währen, bis die Darmpforte ihren definitiven Platz erreicht hat. Es würde also die Einmündung des Choledochus in das Duodenum dem oberen Rande des späteren Darmstieles zu entsprechen haben. Dies ist nicht der Fall; die Faltenbildung wird in späterer Zeit dadurch aufgehoben, dass der Darm seinen bisherigen Platz dicht unter den beiden Aorten verlässt und sich dem Dottersack nähert. Durch diesen Platzwechsel müsste auch ein Wechsel in der Lage der Falte eintreten, damit kann möglicher Weise die Faltenbildung, die zur Anlage des dorsalen Pankreas führt, zusammenhängen. Die Anlage des Pankreas tritt wenigstens gerade an der Stelle auf, wo der Darm seinen Platzwechsel ausführt.

Eine ähnliche Falte muss cranialwärts von der Röhre sich bilden, wird aber naturgemäss flacher ausfallen, da ja alle Umstände, welche die Vertiefung der Leberfalte herbeiführen, hier nicht vorhanden sind. Diese Falte ist in der ersten Anlage sicher einfach und würde nach His als Lungenfalte zu bezeichnen sein. Lungenfalte und Leberfalte schnüren sich in entgegengesetzter Richtung ab, es wird sich also der spätere Aditus ad laryngem immer mehr von der Einmündungsstelle des Choledochus in den Darm entfernen.

Ich halte demnach die His'sche mechanische Theorie über die Entwickelung der Drüsen des primitiven Darmrohres für zu Recht bestehend, wenn ich sie auch meinerseits betreffs des Pankreas nicht als sicher erweisen kann.

b) Säugethierleber.

1. Makroskopische Verhältnisse.

Die Verhältnisse der Lebergänge variiren auch hier. Ich verdanke die Angaben zum grössten Theile der reichen Erfahrung von Prof. P. Martin. Wenn ich unter Zugrundelegung der Verhältnisse des Hühnchens eine Eintheilung in Gruppen treffen darf, wäre die eine Gruppe repräsentirt durch Rind und Kaninchen, ein Ductus hepato-entericus, ein Ductus cystico-entericus und mehrere Ductus hepato-cystici. Zwischen dieser und der nächsten Gruppe stehen die Katzen, bei denen die Ductus hepato-cystici bald vorhanden sind, bald fehlen. Zur zweiten Gruppe rechne ich Schwein, Hund und Mensch, hier fehlen regelmässig die Ducti hepato-cystici. Als dritte und letzte Gruppe haben wir dann noch das Pferd, wo die Gallenblase fehlt und nur ein Ductus hepato-entericus vorhanden ist. Die Gallenblase fehlt noch verschiedenen Säugethieren, doch konnte ich über die Verhältnisse der Lebergänge derselben keine Notizen sammeln.

2. Die Entwickelung der Gänge und Gallenblase.

Die meisten Lehrbücher begnügen sich mit der Thatsache, dass bei den Säugethieren die Leberanlage eine paarige sei und dass diese paarige Anlage dem rechten und linken Ductus hepaticus des Hühnchens entspräche. Diese Homologisirung wird sich als falsch erweisen, die paarige Anlage der Säuger entspricht nur dem sogenannten linken Lebergang des Hühnchens, unserem cranialen Gang. Ich habe immer bei der Beschreibung des Hühnchens neben der cranialen und caudalen Lage, die Beziehung der Gänge zu den grossen Venenstämmen hervorgehoben. Bei einem Homologisirungsversuche muss auch auf die dorsale und ventrale Lage der beiden Gänge Rücksicht genommen werden.

Specielle Arbeiten über die Leberentwickelung bei Säugethieren liegen vor von Kölliker (10) (Kaninchen), His (9) (Kaninchen) und His (8) (Mensch).

In einem ganz frühen Entwickelungszustand, am zehnten Tage nach der Befruchtung, besteht die Leber des Kaninchens nach Kölliker einzig und allein aus einem kurzen Blindsacke, der an der Grenze zwischen Duodenum und Magen aus der ventralen Wand des Duodenum hervorkommt und aus dem gut entwickelten Epithelialrohr des Darmes und der Darmfaserplatte besteht. Von einem zweiten entwickelten Lebergange fand Kölliker bei allen von ihm untersuchten Embryonen dieses Alters keine Spur, dagegen tritt später ein solch' zweiter Gang auf, der in diesem frühen Stadium durch eine kleine Ausbuchtung unterhalb des ersten Ganges angedeutet ist. Erst 11 Tage nach der Anlage des ersten Ganges ist der zweite deutlich nachzuweisen. Derselbe ist unter fast rechtem Winkel zum ersten gestellt und liegt auch nicht in der Medianebene des Körpers wie der erste, sondern nach rechts verlaufend in einer diagonalen Ebene und, da der Anfang desselben auch die Gallenblase aus sich entwickelt, so vergleicht Kölliker ganz richtig den zuerst entwickelten Gang mit dem linken (cranialen) und den zweiten Gang dem rechten (caudalen) Gang des Hühnchens. Gleichzeitig mit der Entwickelung des zweiten Ganges entwickelt der erste solide Epithelsprossen, die ersten Lebercylinder. Bei Beschreibung der weiteren Entwickelung wird die Trennung zwischen erstem und zweiten Gang nicht mehr festgehalten, so dass es nicht ersichtlich wird, welcher von den beiden Gängen, oder ob beide die Leberdrüsensubstanz liefern. Mit den Angaben und Abbildungen von Kölliker stehen die Angaben und Abbildungen von His in einem directen Widerspruch. His hat zunächst den zweiten von Kölliker beschriebenen Gang nicht finden können, weder bei dem Kaninchen, noch bei menschlichen Embryonen. Er zeichnet zwar an dem caudalen Umfange seiner Leberausstülpung eine abgetrennte Parthie von Leberdrüsensubstanz (9, Taf. XI, Fig. 4), die er auch

mit dem besonderen Namen „vordere Leberanlage“ belegt, allein er scheint wegen der gleichen Richtung parallel dem Hauptgange und wegen dem Aufsitzen auf der Lippe der Vorderdarmpforte diese Anlage nicht mit dem zweiten Kölliker'schen Gange identificiren zu wollen. Noch grössere Verschiedenheit macht sich in den Abbildungen geltend. Die Topographie des ersten Kölliker'schen Ganges ist eine andere als die der grösseren Leberanlage von His. Betrachtet man den Sagittalschnitt Kölliker's in seiner Entwickelungsgeschichte S. 884, Fig. 539, so sieht man den ersten Lebergang zwischen Darm und den grossen Venenstämmen, welche zum Vorhof ziehen, emporsteigen; der Gang liegt also dorsalwärts von den Gefässen. Auf den His'schen Reconstructionen (Taf. XI, Figg. 3 u. 5) liegt aber die Lebermasse, welche seinem Gange wie eine Kuppe aufsitzt, ventralwärts von den grossen Gefässen. Wenn wir also die Untersuchungsergebnisse der Säugethiere mit den beim Hühnchen gewonnenen Resultaten vergleichen, so wäre der Kölliker'sche Gang zu homologisiren mit dem cranio-dorsalen Gang, die His'sche Leberanlage dagegen mit dem caudoventralen Gange des Hühnchens.

Zu meinem Bedauern geben die mir von P. Martin zur Verfügung gestellten Serien über diese Frage keinen Aufschluss. Die beiden neueren Arbeiten über Leberentwickelung von Uskow (15) und Stoss (14) geben ebensowenig Aufklärung. Uskow beschäftigt sich nur mit den „Dottergangzotten“ Kölliker's und ihrem Antheil an der Bildung des Capillarnetzes in der embryonalen Leber. Stoss erwähnt die Angaben Kölliker's über die Anwesenheit von zwei Lebergängen beim Kaninchen, ebensowenig wie die Arbeit von His. Er lässt aus einer Anlage alles hervorgehen, choledochus, hepatici und cysticus. Ich glaube durch die Beschreibung der menschlichen Embryonen diesen Widerspruch einigermaassen lösen zu können.

Was endlich die Leberentwickelung beim Menschen angeht, so entnehme ich dem Werke von His (8), namentlich seinen Tafeln folgende Thatsachen. Das jüngste Stadium der Leberentwickelung zeigt der Embryo *M*. Die Leberanlage erscheint nur auf einem Schnitt (Taf. VI, Fig. III, 11) und besteht aus einer ventralwärts vorspringenden Ausbuchtung der ventralen Darmwand. Die Leberanlage tritt zwischen den beiden Venae omphalo-mesentericae hindurch und treibt an ihrem blinden Ende drei Kuppen, eine mittlere und zwei seitliche. Die Kuppen liegen so, dass sie ventralwärts von den grossen Venen ihren Platz einnehmen. Im Embryo α (Taf. VIII, Figg. 19 und 20) hat sich die Leberanlage vergrössert. Der Gang, von dem man jetzt sprechen darf, hat eine Längsausdehnung gewonnen und zwar erstreckt er sich cranialwärts parallel dem Darmrohre. Der Gang erscheint als unpaare Anlage und ist auf dem Querschnitt als

Ring gezeichnet. Der Gang selbst liegt in einer Gewebsmasse dorsal vom Septum transversum, die sich mehr oder weniger selbständig gegen die Bauchhöhle vortreibt. His benennt diese Masse mit dem Namen „Vorleber", ich gebrauche lieber die Kölliker'sche Bezeichnung „Leberwulst". Der Name „Vorleber" fordert geradezu den Vergleich mit der Vorniere heraus. Das Verhältniss zwischen Vorniere und Niere ist aber ein ganz anderes, als das von Vorleber und Leber. Die Embryonen *Lg*, *Rf*, *BB* und *Lr* zeigen dann die successiven Stadien bis zur Ausbildung der bekannten embryonalen Leberform. Alle haben das eine gemeinsam, dass ein auffallend kurzer Gang vorhanden ist, gegen die früheren Stadien ist ein Längenwachsthum nicht erfolgt. Der Verlauf cranialwärts und parallel dem Darmrohre ist derselbe geblieben. Die an den kurzen Gang sich anschliessende Drüsenmasse ist unregelmässig begrenzt, erstreckt sich auf Querschnitten flügelförmig nach rechts und links, zeigt nirgends ein Lumen und endigt dicht unter den Vorhöfen. Immer aber liegt diese Drüsenmasse ventralwärts zu den grossen Venenstämmen, oft sogar nahe der ventralen Leibeswand wie bei Embryo *BB* (Taf. XI, Figg. 7 und 8).

In der erst in allerjüngster Zeit erschienenen Beschreibung eines 26 tägigen menschlichen Embryos von F. Mall (12) ist nichts Neues über die Leberentwickelung enthalten.

Mir standen drei Serien menschlicher Embryonen zur Verfügung. Die beiden H. Meyer'schen — ich werde sie unter H. $M._1$ und H. $M._2$ aufführen — und eine dritte von der Section einer Tubarschwangerschaft stammend. Seine Scheitelsteisslänge betrug 19^{mm}. Er war sehr weich und wurde mit sammt der einen Tubenwand in Sublimateisessig fixirt. Die beiden Meyer'schen Embryonen sind in ihrer Herkunft, Form und Behandlung vom Besitzer ausführlich beschrieben, ich verweise deshalb auf den Aufsatz des genannten Autors (13).

Wenn man die Zusammenstellung, welche ich soeben gegeben habe, mit den Befunden beim Hühnchen vergleicht, so steht wohl kaum zu erwarten, dass wir so klare Verhältnisse finden können, wie bei dem Hühnchen. Ist bei dem Menschen ein zweiter Lebergang vorhanden, so wird er nur sehr rudimentär entwickelt sein. Wir werden auch kaum die klaren Verhältnisse erwarten können, wie wir sie in der dorsalen und ventralen Lage der beiden Lebergänge zu den grossen Venen gefunden haben. Die Venenverhältnisse sind ganz andere bei den Säugethieren und Menschen. Beim Hühnchen haben wir es während der ersten Anlage der Leber nur mit den beiden Omphalo-mesenterialvenen zu thun, die Nabelvenen kommen nicht in Betracht. Beide Venae omphalo-mesentericae vereinigen sich vor ihrem Eintritt in den Vorhof, bezw. vor ihrem Zusammenfluss mit den beiden Ductus Cuvieri zu einem unpaaren Stamme, dem Sinus venosus.

Dieser Sinus venosus verläuft genau in der Medianebene. Die Lebergänge entwickeln sich gerade unterhalb des Zusammenflusses beider Dottervenen, finden also ein Gefäss vor, zu dem sie die bekannte Lagebeziehung einnehmen können. Mit dem sich schliessenden Vorderdarm rücken aber nicht nur die Lebergänge nach abwärts, sondern auch der Sinus venosus, so dass er sich immer mehr verlängert; wir haben also successive mit dem scheinbaren Wachsthum der Lebergänge ein Längerwerden des unpaaren Venenstammes zu beobachten. Ganz anders liegen die Venenverhältnisse der Säugethiere. Hier haben wir während der Leberentwickelung neben den Dottervenen gleichzeitig die Nabelvenen. Die Gruppirung der Venenstämme wird dadurch eine ganz andere. Die Vereinigung der beiden Dottervenen zu einem unpaaren in der Medianebene gelegenen Gefäss fällt weg. Dottervene, Nabelvene und der Ductus Cuvieri fliessen jederseits zu einem unpaaren Stamm, dem bekannten Sinus reuniens (dem Herzschenkel von His) zusammen. Die beiden Sinus reunientes verlaufen aber bis zu ihrem Zusammenfluss und Einmündung in die Vorhöfe horizontal. Es liegt also bei den Säugethieren gar kein Gefäss in der Medianebene, zu dem sich die Lebergänge dorsal oder ventral lagern können. Damit sinkt die Bedeutung der ganzen Lagerungsverhältnisse herab, das Verhalten der Leberanlage der Säuger zu den Omphalomesenterialvenen kann nicht in Vergleich gestellt werden mit dem Verhalten der Lebergänge des Hühnchens zu dem Sinus venosus. Damit verliert aber gleichzeitig die Differenz zwischen den Angaben von Kölliker und His einen Theil ihrer Bedeutung.

Ein zweiter Umstand, welcher eine Vergleichung der Säugethierleber und Vogelleber erschwert, liegt in der Kürze des Leberganges der Säugethiere. Der Kölliker'sche erste Lebergang ist von auffallender Länge gegenüber der von His reconstruirten Länge seines Leberganges. Der His'sche Gang hat keine bestimmte Lage, nur die Drüsensubstanz liegt ventral der grossen Gefässe, allerdings auch ventral des Vorhofes (Taf. XI, Fig. 5), doch glaube ich aus den beigegebenen Querschnitten schliessen zu dürfen, dass in der Reconstruction die obere Lebergrenze etwas zu hoch gezeichnet ist, damit würde dann auch die letzte Differenz beseitigt sein. Auffallend bliebe dagegen, dass die Länge des Ganges so bedeutenden Schwankungen bei dem Kaninchen unterworfen sein kann. Immerhin ist durch die ganze Betrachtung klar gestellt, dass einer Homologisirung des cranialen Leberganges des Hühnchens mit dem ersten Lebergange Kölliker's und der gesammten Leberanlage aller übrigen Autoren nichts mehr im Wege steht.

Durch die Kürze des Leberganges bei den Säugethieren wird auch die Form der Drüse stark beeinflusst. Von den Gängen der His'schen Em-

bryonen erstreckt sich selten einer über zwei Querschnitte. Der Gang geht dann in ein diffuses Drüsengewebe über, gegen das er aber bei den His'schen Zeichnungen sich immer scharf abzugrenzen scheint. Die Leberanlage erreicht ihre craniale Grenze gewöhnlich in dem Moment, wo die Drüse an die Vorhöfe anstösst, das ist bei Hühnchen und Säugethieren gleich. Nur der craniale Gang wuchs noch ein Stück weit dorsalwärts vom Vorhof in die Höhe, wie das ja auch der Kölliker'sche Gang thut und wie sich das auch später beim Menschen wird nachweisen lassen. Die Hühnerleber vergrössert sich, weil eben der Lebergang sich immer weiter von der Darmwand in caudaler Richtung abschnürt, dadurch entfernen sich die Gänge immer mehr von den Vorhöfen und die Drüse gewinnt zur Längsausdehnung Platz. Bei den Säugethieren wandert der Gang und zwar der fertig gebildete Gang gleichfalls, den Beweis für die Behauptung werde ich bei der Besprechung der Entwickelung des Pankreas bringen. Die durchwanderte Strecke steht aber in keinem Vergleich zu der der Hühnerlebergänge, wie ja auch das Duodenum des Huhnes relativ bedeutend länger ist als das des Menschen. In Folge dessen bleibt die Ausdehnung der Leber bei den Säugethieren eine viel geringere und was sich beim Hühnchen über einen Raum von 100 Schnitten erstreckte, wird sich hier auf wenig Querschnittsbilder abspielen, was natürlich eine Untersuchung gleichfalls sehr erschweren muss.

Die Untersuchung an drei Embryonen kann selbstverständlich nur Stückwerk liefern. Ein glücklicher Zufall hat es aber gefügt, dass gerade die wichtigsten Veränderungen an den drei Embryonen nachzuweisen sind, so dass eine hypothetische Ergänzung der Zwischenstadien nicht als ungerechtfertigt erscheint.

Der Embryo H. $M._1$ zeigt eine etwas weiter vorgeschrittene Entwickelung der Leber als die Embryonen *Lr* und *BB* von His. Leider fehlen in dieser Serie an wichtiger Stelle vier Schnitte und ist durch das Abreissen des Nabelbläschens der Ductus omphalo-entericus an einzelnen Stellen verletzt. Die Reconstruction (Fig. 5) trägt diesen Verhältnissen Rechnung und hat an der Stelle, wo die Schnitte ausgefallen sind, eine Lücke. Es ist wieder nur Darm und Leberanlage modellirt, an der Stelle, wo der Strich mit „caudaler Rinne“ ansitzt, beginnt der Ductus omphalo-entericus, dessen linke Seite im Modell herausgeschnitten wurde. Man sieht zunächst den bekannten Lebergang, in Fig. 5 als „cranialen Lebergang“ bezeichnet, welcher als kurzer Stummel etwas oberhalb des Abganges des Ductus omphalo-entericus beginnt, in Form und Verlauf völlig übereinstimmend mit dem bekannten Lebergang der Säugethiere und dem cranialen Gange des Hühnchens, daher auch die Benennung. Auf dem Querschnitt erscheint der Gang in dem Leberwulst als ein Oval, dessen längste Axe

in frontaler Richtung steht, genau den His'schen Angaben entsprechend. Das Längsoval prägt sich um so deutlicher aus, je mehr man sich bei der Untersuchung dem cranialen Ende nähert. Leider ist die Gestalt des caudalen Abschnittes des Ganges nicht zu bestimmen, da es in die vier fehlenden Schnitte gefallen sein muss. Um den Gang herum liegt ein Gewebe, das sich wohl von dem übrigen Gewebe des Leberwulstes durch eine etwas intensivere Färbung und durch grössere bläschenförmige Kerne auszeichnet, das aber nur an einzelnen besonders günstigen Schnitten von demselben scharf abgegrenzt werden kann. Dünnere Schnitte, es handelt sich hier um eine Schnittdicke von $10\,\mu$, stellen derartige Grenzen lange nicht so deutlich her, wie dickere, daher erklärt sich der Unterschied meiner Beobachtung und den His'schen Zeichnungen, bei denen die Grenzen dieses Leberdrüsengewebes mit ausserordentlicher Deutlichkeit erscheinen. Wie nach den Seiten ein deutlicher Rand des Drüsengewebes nicht gefunden werden kann, ebensowenig nach oben und unten; es ist bereits auf dem Schnitt nachzuweisen, der unmittelbar über der Lücke liegt. Aufwärts reicht das Gewebe ziemlich weit, es erstreckt sich als eine dünne aber breite flügelförmige Platte bis an den Sinus reuniens, biegt dann schmäler werdend unter demselben auf die dorsale Seite der Vorhöfe und verliert sich cranialwärts ohne bestimmte Grenze in das umliegende Gewebe. Die Flügel der Drüsenplatte reichen ziemlich weit nach rechts und links, liegen ventral von den Dottervenen und erreichen ihren lateralen Rand. Die Querschnittsbilder durch diese Drüsenplatte stimmen also vollständig mit denen von His bei Mensch und Kaninchen gefundenen überein. Reconstruirt man sich aus den Querschnittserien einen medianen Längsschnitt, so erhält man ein Bild, das wieder einigermaassen dem Kölliker'schen Längsschnitt entspricht.

Was mich in der Annahme bestärkt, dass wir es hier mit Drüsengewebe der Leber zu thun haben, ist das allmähliche Aufgehen des Epithels des Leberganges in dasselbe. Anfangs, namentlich wo der Lebergang noch in offener Verbindung steht mit dem Vorderdarm, grenzt sich sein Epithel mit aller wünschenswerthen Deutlichkeit von diesem Drüsengewebe durch die Anwesenheit einer Membrana propria ab. Je weiter wir aber die Serie in cranialer Richtung verfolgen, je mehr wir uns dem Gangende oder vielmehr dem Ende seiner Lichtung nähern, um so verwaschener wird der Unterschied, so dass wir schliesslich am Ende des Ganges nur noch eine Drüsenepithelmasse bekommen, die in ihrem Centrum ein Loch enthält, an dessen ventraler Seite noch eben das Gangepithel zu erkennen ist. Ferner sendet der Gang, wo er als solcher noch deutlich zu erkennen ist, Seitenäste in die Drüsenepithelsubstanz ab, einen grösseren nach rechts, einen kleineren stummelförmigen nach links, er ist auf der Fig. 5 ange-

deutet. Wie diese Drüsensubstanz entstanden ist, dafür fehlt ausser dem allmählichen Uebergang des Gangepithels in dieselbe jeder Anhalt. Die Seitenäste sind bei den His'schen Embryonen *Lr* und *BB* nicht vorhanden, sie müssen also nach dem Drüsengewebe aufgetreten sein. Das Verhältniss des Drüsengewebes zum Gange ist ein ganz anderes, wie beim Hühnchen. Dort sendet der Gang Seitensprossen aus, zierliche Zellbalken, welche 1 bis 2, höchstens 3 Kernreihen enthalten, von diesen Seitensprossen gehen wieder secundäre unter rechtem Winkel ab, so dass aus diesen zahllosen Sprossen ein zierliches Netzgebilde entsteht, hier ist es eine dichte Gewebsmasse, die nur von spärlichen Gefässlumina, deren Anwesenheit bereits His meldet, ein durchlöchertes Aussehen erhält. Die Gefässe stammen aus beiden Dottervenen, man sieht von diesen aus Spalten, von deutlichem Endothel ausgekleidet, in das Innere der Drüsenmasse eindringen; sind diese Capillaren auf einem Schnitt in etwas grösserer Menge vorhanden, dann erhält man allerdings den Eindruck eines Netzes, wenn auch eines ziemlich plumpen. Dass die Darmmündung des Ganges auf Fig. 5 sich noch mehr verengen wird, und zwar indem der Gang sich in craniocaudaler Richtung vom Darm abschnürt, kann man an dem Vorhandensein der Abschnürungsrinnen erkennen.

Ueber die allgemeine Lage des Leberganges lässt sich nur das eine melden, dass der Gang cranialwärts dicht über dem Ductus omphaloentericus abgeht; die einzelnen Darmabschnitte lassen sich noch nicht abgrenzen, weil der Magen noch nicht erweitert ist und nur die Lungenanlage sich oben als unpaare Falte mit zwei seitlichen Ausbuchtungen anlegt.

Dieser Gang entspricht — wie schon oben angeführt — dem bekannten Lebergange der Säugethiere und dem cranialen Gange des Hühnchens. Wenn wir die gesammte Litteratur durchsehen, so legen sich mit wenig Ausnahme — Ausnahmen, weil noch nicht auf das Verhältniss untersucht — immer zwei unpaare Lebergänge an. Wir finden diesen zweiten Lebergang selbst beim Kaninchen von Kölliker beschrieben, so dass wir ihn auch bei diesem menschlichen Embryo erwarten dürfen. Ich glaube in der That in dieser Serie das Homologon des caudalen Ganges des Hühnchens gefunden zu haben, glaube das umsomehr, als dieser caudale Gang des menschlichen Embryo in allen Stücken genau mit dem Kölliker'schen zweiten Lebergange beim Kaninchen übereinstimmt.

Ueber dem Ductus omphalo-entericus erhebt sich vor dem Darm gelegen eine Ausbuchtung. Diese Ausbuchtung ist auf der Fig. 5 nicht mit wünschenswerther Deutlichkeit zu sehen, wieder weil an dieser Stelle vier Schnitte fehlen. Deswegen ist auch nicht zu bestimmen, wie weit diese Aussackung cranialwärts reicht, auf jeden Fall muss sie dicht unter dem cranialen Gange endigen. Diese Aussackung trägt an ihrer rechten Seite

eine Rinne, die allmählich beginnend, tiefer und tiefer werdend mit der Lücke plötzlich abreisst. Sie ist auf Fig. 5 mit „caudaler Rinne“ bezeichnet. Diese Rinne stülpt die Wand der Aussackung nach rechts hinaus. Bei der Wichtigkeit dieses Gebildes habe ich mich verpflichtet gehalten, die Rinne auch auf dem Querschnitt abzubilden. Die Figur so getreu wie nur möglich dem Praeparate nachgezeichnet giebt einen Querschnitt des Vorderdarmes, gerade über dem Abgang des Ductus omphalo-entericus, wieder. Man sieht in der rechten Wand des Vorderdarmes diese Rinne. Ich habe die Fig. 2 absichtlich neben die Fig. 1, welche den Querschnitt durch den caudalen Gang des Hühnchens zeigt, setzen lassen, um auf die typische Uebereinstimmung dieser beiden Bilder besonders aufmerksam zu machen, ich halte diese Rinne des menschlichen Embryo für das Homologon der Rinne des Hühnchens, welche an derselben Stelle, rechte Seite des Vorderdarmes am Uebergang in den Dottersack, resp. den Dottergang sitzt und welche bekanntlich dem caudalen Lebergange Ursprung giebt. Diese caudale Rinne, mag sie auch noch so klein sein, steht doch in typischer Uebereinstimmung mit dem zweiten Koelliker'schen Lebergang bei dem Kaninchen. Beide, caudale Rinne und zweiter Lebergang sind unter rechtem Winkel zu dem cranialen oder ersten Lebergang gestellt und liegen nicht in der Medianebene, sondern nach rechts verlaufend in einer diagonalen Ebene. Ich habe absichtlich fast wortgetreu die Schilderung Koelliker's bei diesem Vergleiche citirt und die Beschreibung passt Wort für Wort für diese caudale Rinne. Ich habe mich natürlich auf den His'schen Tafeln nach ähnlichen Bildern umgesehen, aber diese Rinne nicht gefunden, es müssten denn die Nachbarschnitte von Schnitt 112 auf Tafel XII 8 eine solche Rinne enthalten, die dann allerdings an typischer Stelle läge. Ob und in welchem Zusammenhang diese Rinne mit der Leberdrüsensubstanz steht, bin ich aus dem oft schon hervorgehobenen Grunde nicht im Stande zu sagen.

Bei dem zweiten menschlichen Embryo (H. $M._2$) hat sich die Leberanlage bedeutend verändert. Zunächst ist ihre Lage zum Darm genau zu bestimmen, da jetzt Magen und dorsales Pankreas angelegt sind (Fig. 18). Von den beiden Lebergängen, wie sie das Reconstructionsbild (Fig. 5) zeigt, ist nichts mehr zu sehen. Ein cranialwärts gerichteter, dem Darm parallel verlaufender Gang ist nicht mehr vorhanden, statt dessen hängt die ganze Lebermasse an einer horizontalen Verbindungsbrücke mit dem Darm. Ich will diese Brücke, um nichts zu präjudiciren, den „Leberstiel“ nennen. Der craniale Gang hatte bei H. $M._1$ eine Länge von $0{,}24^{mm}$ und hatte auf dieser Strecke ein deutliches Lumen. Die Höhe des gesammten Leberstieles von H. $M._2$ beträgt $0{,}06^{mm}$. Da man wohl nicht gut annehmen kann, dass sich der craniale Gang um 90^0 gedreht hat und gleichsam in

die horizontale Lage umgeklappt ist, muss man zu der Ansicht kommen, dass der obere Theil des Ganges als solcher verschwindet und mit zur Bildung von Drüsensubstanz verwendet wird, dabei muss er auch seine Lichtung verlieren. Dieser Vorgang hat nichts Ungewöhnliches auf sich, wir haben ja bei H. $M._1$ gesehen, dass das obere Ende des cranialen Ganges sich allmählich in die Drüsensubstanz auflöste, wir haben dasselbe annehmen müssen für den grössten Theil des caudalen Leberganges beim Hühnchen.

Wenn wir bei H. $M._2$ beide Lebergänge — wenn ich jetzt statt caudale Rinne kurz Gang sagen darf — wieder finden wollen, so müssen wir sie im Leberstiel suchen. Ueber dessen Zusammensetzung geben Querschnitte die beste Auskunft, ich bilde in Fig. 6—13 die ganze Querschnittsserie des Leberstieles ab. Auf denselben ist jedes Mal nur das Duodenum, die Lebergänge und die angrenzenden Leberbälkchen eingetragen, letztere nur so weit, als es nothwendig war einen Zusammenhang der Lebergänge mit den Leberbalken nachzuweisen. Um eine Beziehung zu dem ganzen Querschnitt zu ermöglichen, habe ich den ganzen Querschnitt, dessen Theil Fig. 8′ darstellt, bei schwacher Vergrösserung gezeichnet (Fig. 4). Die Serie ist so aufgelegt, dass scheinbar rechts und links verdreht sind. Wir sehen zunächst in der Uebersichtsfigur (Fig. 4) ein sehr langes gegen die Leber zu sich verbreiterndes Darmgekröse, es ist winkelig eingeknickt und sieht mit seiner verbreiterten Partie nach rechts. Die Leber ist schon weit entwickelt, der rechte Lappen stärker als der linke. Auf sämmtlichen Schnitten 6—10 erscheint der Leberstiel als beinahe gleichschenkeliges Dreieck. Das quergetroffene Duodenum bildet die Spitze, der Uebergang des Stieles in das Lebergewebe die Basis desselben. Ich werde in der nachfolgenden Beschreibung von der Basis des Leberstieles und den beiden Schenkeln sprechen, unter den Schenkeln verstehe ich dann rechte und linke Begrenzungslinie des Leberstieles. Auf Schnitt 6 und 7 treffen wir das Duodenum in Zusammenhang mit einem längsgetroffenen Gang, dem Ductus choledochus, rechts und links von dessen ventralem Ende zwei quergetroffene Gänge die beiden Ductus hepatici. Zwischen diesen Ductus hepatici und der Basis des Stieles liegt ein aus dicht aneinander gefügten Epithelzellen bestehendes Stück, das sich scharf gegen das umgebende Gewebe des Darmgekröses abhebt. Dieses Stück des Leberstieles hängt an drei Stellen mit dem Balkennetz der Leber zusammen. Auf Schnitt 8 ist der Ductus choledochus von dem Duodenum getrennt, das Lumen der beiden Hepatici geschwunden, man sieht aber wie jetzt vom Choledochus ab die beiden Hepatici entlang den Schenkeln des Leberstieles bis an die Leber verlaufen und dort an den beiden Ecken der Basis mit den Leberbalken zusammenhängen. Die Stellung der Kerne an diesen Stellen ist so typisch,

dass man die Gänge auch ohne Lumen auf das bestimmteste abgrenzen kann. Wenn wir nach Betrachtung dieses Bildes jetzt noch einmal zu den Figg. 6 und 7 zurückkehren, so werden wir auch an diesen deutlich den rechten Ductus hepaticus in seinem Verlauf bis zur Basis herauskennen. Auf Schnitt 8 ist durch die deutliche Ausprägung der beiden Hepatici aus dem grossen Dreieck ein kleineres ausgeschnitten, das seine Basis an der gleichen Stelle hat wie das grosse, seine Spitze an dem Zusammenfluss der beiden Hepatici zum choledochus. In diesem Dreieck befinden sich dicht und regellos gestellten Epithelzellen; ich will dieses Dreieck als „Zwischenmasse" bezeichnen. Von dieser Zwischenmasse geht eine Brücke zur Leber und steht gleichfalls mit dem Balkennetz derselben in Verbindung. Diese Brücke ist bereits auf den Schnitten 5 und 6 sichtbar und ist dort ein sehr mächtiges Gebilde, zum mindesten ebenso breit, wie die beiden Verbindungsbrücken zwischen den Hepatici und dem Lebernetz. Auf Schnitt 9 sind noch die beiden Hepatici an der Stellung ihrer Kerne, ihre Verbindung mit dem Lebernetz und die Zwischenmasse zu erkennen. Die Brücke zwischen letzterer und dem Lebernetz ist geschwunden. Auf Schnitt 10 beginnt sich eine Dreitheilung des Leberstieles geltend zu machen, die beiden Schenkel werden eingeknickt und das Duodenum beginnt sich loszulösen, auf Schnitt 11 schreitet die Dreitheilung fort und auf Schnitt 12 ist sie vollendet. Für uns ist nur das leberwärts gelegene Theilstück von Interesse. Dasselbe entspricht auf dem Schnitt 12 nur noch der Zwischenmasse, während auf den beiden vorhergehenden Schnitten an ihm noch Reste der Hepatici vorhanden waren. Auf den Schnitten 11 und 12 endlich ist in der Zwischenmasse ein deutliches Lumen zu bemerken, ein ähnliches Lumen wies die Zwischenmasse bereits auf Schnitt 5 auf, zwischen 5 und 11 lässt sich das Lumen nicht nachweisen. Auf dem letzten Schnitt 13 endlich treffen wir die Gallenblase, die vollkommen solid ist und sich bis zu ihrem Verschwinden immer als solides Gebilde zeigt. Die Gallenblase steht nur in Zusammenhang mit der Zwischenmasse (dieser Zusammenhang tritt bereits auf dem nächstfolgenden Schnitt ein), irgend welche andere Verbindung kann mit Bestimmtheit verneint werden.

Die Reconstructionsfigur (Fig. 18) des Leberstieles hat, um Genauigkeit zu erzielen, bei 150facher Vergrösserung hergestellt werden müssen. Sie zeigt das Verhältniss des Leberstieles zum Darm, die Einmündung des Choledochus findet unmittelbar unterhalb des Pylorus statt. Man sieht ferner die horizontale Lage des Leberstieles, die scheinbar nichts mehr mit der verticalen Richtung des cranialen Ganges zu thun hat. In seiner äusseren Form erscheint der Leberstiel als ein ganz niedriges dreiseitiges Prisma. Die einzelnen Verbindungsbrücken passen alle aufeinander und so erhalten wir 3 Gänge, die beiden Hepatici und den mittleren Gang der

aus der Zwischenmasse entspringt, ich will ihn als „mittlerer Hepaticus" bezeichnen. Rechter und linker Hepaticus sind fast ebenso stark wie der Choledochus, nur der mittlere ist bedeutend schwächer.

So klar die Verhältnisse bei dem rechten und linken Hepaticus liegen, so schwierig wird die Erklärung der Zwischenmasse und des mittleren Hepaticus. Die Zwischenmasse liegt zwischen den beiden Hepatici, und erreicht sowohl die Basis des Stieles als den Ductus choledochus. Sie besteht aus unregelmässig zusammengedrängten Epithelzellen und weist auf drei Schnitten ein Lumen auf. Dass dieser Nachweis eines Lumens nur an drei Schnitten möglich ist, kann der reine Zufall sein. In den Lumina der verschiedenen Röhren, Duodenum, Choledochus u. s. w. sind Zellen eingeschlossen, auf den Abbildungen sind sie der Klarheit zu Liebe weggelassen. Solange die Lumina so weit sind, wie in den eben genannten Fällen, solange schaden diese Einschlüsse der Beobachtung nicht, sobald die Lumina der Gänge aber enger werden, so eng, dass sie kaum noch einen Kern fassen können, entziehen sie sich einfach der Beobachtung. Hierzu kommt noch, dass die Schnitte nach der Gaule'schen Methode vierfach gefärbt wurden, die Färbung deckt trotz der Dünne des Schnittes manche Feinheit zu.

Was bedeutet diese Zwischenmasse? Wir vergleichen noch einmal die Verhältnisse des Embryo H. M.$_1$. Der craniale Gang liegt direct über der caudalen Rinne. Alle Producte dieser Rinne und des aus ihr hervorgehenden Ganges müssen an der unteren Seite des Leberstieles von H. M.$_2$ zum Vorschein kommen. Caudale Rinne und zweiter Lebergang Koelliker's stimmen in Auftreten und Form überein, der zweite Lebergang giebt die Gallenblase ab, es bedeutet dann wohl keinen allzugrossen Gedankensprung, wenn wir in der caudalen Rinne von H. M.$_1$ das Material für die Gallenblase vermuthen. Mit dieser Annahme können wir die Theile des Leberstieles folgendermaassen erklären: In der Zwischenmasse haben wir die Ueberreste eines caudalen Lebergauges vor uns, dafür spricht einmal die Lage der Zwischenmasse an der unteren Fläche des Leberstieles, zweitens die Thatsache, dass aus dieser Zwischenmasse die Gallenblase hervorgeht. Ich habe oben ausdrücklich hervorgehoben, dass die Gallenblase nur diese eine Verbindung hat und wir müssen deshalb in der Zwischenmasse auf jeden Fall den Ductus cysticus stecken lassen, dafür spricht auch die an einzelnen Schnitten beobachtete Lichtung. Muss aber in der Zwischenmasse ein Ductus cysticus vorhanden sein, so gewinnt die Verbindung der Zwischenmasse mit dem Leberbalkennetz eine grosse Bedeutung. Dieser mittlere Hepaticus stellt den Antheil dar, welchen der caudale Gang, durch die Zwischenmasse repräsentirt, an der Bildung dieses

Netzes nimmt, wäre also mit dem Ductus hypato-cysticus der übrigen Säugethiere zu homologisiren.

Dass wir anstatt eines Ganges ein diffuses Gewebe antreffen, das können wir durch andere Beispiele als nicht aussergewöhnlich erklären. Wir haben die Auflösung des cranialen Ganges von H. $M._1$ in ein Gewebe von unbestimmter Form gesehen, wir müssen nach der Vergleichung von H. $M._1$ und H. $M._2$ den grössten Theil des ehemals cranialwärts aufsteigenden Leberganges in Drüsengewebe aufgehen lassen. Wir haben schliesslich die Umwandelung des caudalen Leberganges des Hühnchens in solide Stränge beweisen können.

Die bisherigen Angaben über die Anlage der Gallenblase aus dem Choledochus oder dem rechten Hepaticus durch Ausstülpung, können auf keinen Fall aufrecht erhalten werden. Die Gallenblase entsteht aus der Zwischenmasse und nicht aus dem Choledochus oder dem rechten Hepaticus. Ausserdem ist es nicht zu begreifen wie bei einer Entstehung aus dem Choledochus die Ductus hepato-cystici erklärt werden können.

Wo der caudale Gang mit dem cranialen zusammenfliesst, darüber Vermuthungen aufzustellen hat keinen Zweck, da keine Thatsache vorliegt, die einen bestimmten Schluss erlaubt.

Der dritte menschliche Embryo ist zu alt, um irgend welchen Aufschluss über die Ontogenese der Leber zu geben, er ist aber durch eine Missbildung von Interesse. Die Leber erscheint gegliedert 1) in einen grossen linken Lappen, der die ganze linke Leibeshöhlenhälfte einnimmt und bis zur Medianebene reicht, 2) in einen mittleren kleinen Lappen, welcher die mediale Parthie und 3) in einen rechten Lappen, welcher die laterale Parthie der rechten Bauchhöhlenhälfte einnimmt. Der Ductus choledochus theilt sich leberwärts sehr ungleich, nach links und in die Mitte werden Ductus hepatici abgegeben, für den rechten Lappen konnte ich keinen Hepaticus finden. Dagegen verläuft auf der Grenze zwischen rechtem und mittlerem Lappen ein sehr starker Gang bis vor zum ventralen unteren Leberrand, wo er, ein wenig erweitert, blind endigt. Dieser Gang kann der Lage nach nur der Ductus cysticus sein, dem die Gallenblase fehlt. Da es bei H. $M._2$ schon zur Bildung einer Gallenblase gekommen ist, halte ich das Fehlen derselben bei diesem Embryo für eine Missbildung. Warum ist es aber dann zur Bildung und Wachsthum eines Ductus cysticus gekommen? Der Grund liegt in dem Antheil, den dieser Ductus cysticus an der Bildung der Leber nimmt, es liegen bei diesem Embryo die Verhältnisse so, dass wir drei Ductus hepatici haben, die beiden für linken und mittleren Lappen und den vermeintlichen Ductus cysticus, der allerdings fast dreimal so breit als die beiden anderen ist. Dieser vermeintliche Ductus cysticus steht sowohl mit dem Lebernetz des mittleren als des

rechten Lappen in Verbindung, wir hätten in diesen Verbindungen Leberblasengänge vor uns und damit würde der Embryo unsere Erklärung für die Verhältnisse des Embryo H. M.$_2$ sehr wesentlich stützen.

Mit diesem embryonalen Befund stimmt die Angabe Henle's überein. Henle (5) erwähnt in seinem Lehrbuch ein Praeparat der Göttinger Sammlung, dort besass die Leber einen Ductus cysticus, welcher blind und kaum erweitert in der Transversalfurche endigte. Wenn es auch zur Bildung einer Gallenblase nicht kommt, so ist doch unter allen Umständen der Ductus cysticus vorhanden, weil dieser Ductus cysticus ehemals gleichwie der Ductus hepaticus die Aufgabe hatte, Lebersubstanz zu bilden. Trotzdem, dass keine Gallenblase sich bildete, hat dann der Ductus cysticus normalerweise seine Verbindung mit der Lebersubstanz gelöst und endigt jetzt blind in der Transversalfurche. Wenn der Ductus cysticus nichts mit der Leber zu thun hätte, so wäre die blosse Anlage des Ganges ohne Bildung einer Gallenblase, ziemlich räthselhaft, es sollten dann Gang und Blase miteinander fehlen.

In dieser Hinsicht wäre eine Untersuchung über die Entwickelung der Leber des Pferdes und aller derjenigen Säugethiere von Interesse, welche keine Gallenblase besitzen. Das erwachsene Pferd hat ebenso wie der erwachsene Strauss nur einen Lebergang, es wäre denkbar, dass sich an jugendlichen Individuen, gleichwie bei dem jugendlichen Strauss, sich Reste eines zweiten Leberganges auffinden liessen. Ich habe in der Litteratur nichts finden können, ebenso wenig stehen mir solch seltene Embryonen zur Verfügung.

Als eine fernere Bestätigung meiner Anschauung betrachte ich die Angaben von Luschka. (1) Derselbe berichtet in seiner grossen Anatomie: Von den drüsigen Bestandtheilen der Gallenblase müssen anderweitige Hohlgebilde unterschieden werden, welche ich niemals gänzlich vermisse. Es sind ungleich weite, den Beal'schen Leberschläuchen nach Form und Grösse einigermaassen ähnliche Gänge, die mehrfach unter sich anastomosiren und hier und dort mit einem kolbigen Anhange versehen sind. Im Inhalt findet sich ein moleculärer Detritus, sowie zahlreiche Pigmentkörnchen, die sich ihrem Verhalten zur Salpetersäure nach als Gallenfarbstoff erweisen. Eine offene Zusammenmündung dieser Röhren mit irgend welchem Raume habe ich nicht gefunden und bin der Meinung, dass sie dem Rand der Gallenblase anhaftende metamophorsirte Reste derjenigen Grundlage darstellen, aus welcher die Leberzellennetze hervorgegangen sind. Da diese Reste von Lebergewebe eine normale Bildung sind und man wohl kaum annehmen wird, dass die Wand der Gallenblase selbständig diese Gebilde entwickelt, so bleibt nichts Anderes übrig, als einen früher bestandenen Zusammenhang dieser Gebilde mit dem allgemeinen Lebernetz

anzunehmen, damit sind wir aber zur Annahme von Leberblasengängen gezwungen.

Ob unter den mannigfachen Varietäten, die von den Ductus hepatici beschrieben sind, sich auch Ductus hepato-cystici herausfinden lassen, kann ich nicht entscheiden, da alle die Varietäten zu ungenau und ohne Abbildungen beschrieben sind.

Als letzten Beweis möchte ich endlich die Verhältnisse anderer Säugethiere citiren. Ich habe oben die Gruppen aufgezählt, in welchen Leberblasengänge vorhanden sind und möchte hier Werth auf die Verhältnisse bei den Katzen legen, bei denen Leberblasengänge bald vorhanden sind, bald fehlen. Wenn wir — wie das z. B. Bonnet (1) in seiner Entwickelungsgeschichte thut — die Gallenblase vom Ductus choledochus aus entstehen lassen, so müssen wir, um eine Erklärung für die Leberblasengänge zu finden, eine secundäre Verbindung des Ductus cysticus mit dem Netzwerke der Leberbalken annehmen, ein Gedanke, der wohl sofort abzuweisen ist.

Es ist somit für Säuger, sowohl wie für die Vögel der Nachweis geliefert, dass wohl die Anlage der Leber eine doppelte ist, dass aber beide Lebergänge unpaare Bildungen sind. Damit ist eine Uebereinstimmung mit niedriger stehenden Wirbelthieren erzielt; bei Amphibien und Selachiern ist die Leber eine unpaare Anlage.

II. Pankreasentwickelung.

a) Vögel.

Die Litteratur über die Pankreasentwickelung beim Hühnchen ist gleichfalls eine spärliche. Die letzte ausführliche Arbeit ist wieder von Goette. (3) Er beschreibt die Entwickelung von drei Pankreasanlagen. Auf der dorsalen Seite des Darmes entsteht eine Pankreasanlage etwas später als die Anlage der Leber und in gleicher Höhe mit derselben. Während anfangs Lebergänge und Pankreasgang sich gegenüberliegen, nähert sich bei älteren Stadien die Mündung des Pankreasganges immer mehr den Lebergangmündungen. Die Annäherung gedeiht schliesslich so weit, dass alle drei Gänge, die zwei Lebergänge und der Pankreasgang, an einem Punkte des Darmes aufsitzen. Ungefähr am sechsten Tage wächst aus dem Darm ein kleines Nebenpankreas hervor, welches, von der gemeinsamen Mündungsstelle der übrigen Gänge entspringend, zwischen diesen und dem Magen in die sich bildende Schlinge des Duodenums hineindringt. Mit der sich immer mehr entwickelnden Duodenalschlinge wächst auch das Nebenpankreas, so dass es schliesslich grösser erscheint, als das dorsale Pankreas.

Ueber den dritten Pankreasgang, der erst sehr spät auftreten soll und entweder in den Darm direct oder in einen Lebergang geht, hat Goette keine Erfahrungen gesammelt, vindicirt ihm aber dieselbe Entwickelungsmanier, wie dem zweiten Pankreasgang.

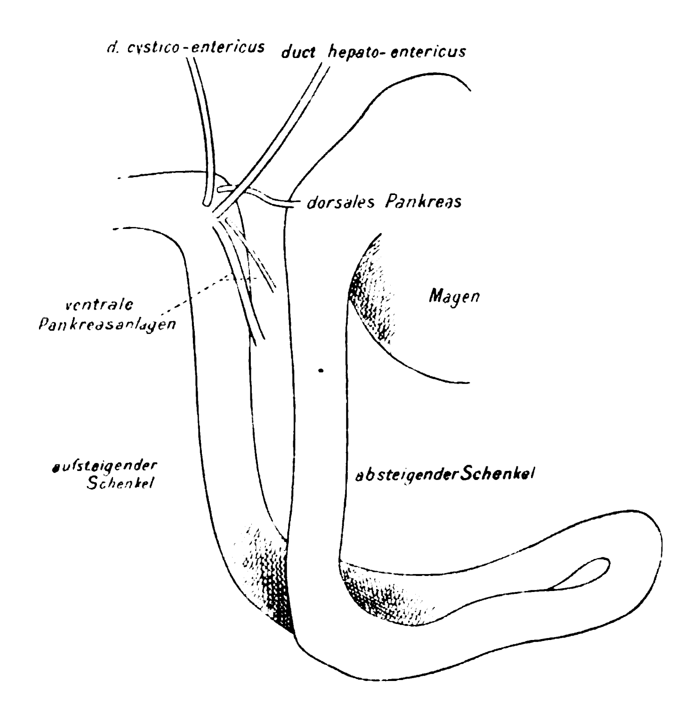
Das dorsale Pankreas entsteht in einem etwas jüngeren Stadium, als dasjenige des Embryo, dem die Figg. 23 und 24 entnommen sind. Auf diesen beiden Figuren hat das dorsale Pankreas eine gewisse Entwickelung. Es entsteht als eine ziemlich lange Aussackung der dorsalen Darmwand in das dorsale Darmgekröse. Diese Aussackung löst sich zunächst an ihrem cranialen Ende los und bildet einen selbständigen Gang. Indem sich die Loslösung in craniocaudaler Richtung immer mehr vollzieht, verlängert sich der Gang und verkleinert sich seine Communicationsöffnung mit dem Darm. Ueber die Entstehung der Falte auf der dorsalen Seite habe ich mich schon bei der Besprechung der Leberfalte geäussert. Mit der Entwickelung der Drüsensubstanz wird der Platz für die drei Gänge in dem Darmgekröse zu gering, sie liegen, wie das auch auf Fig. 24 einigermaassen zu erkennen ist, nicht mehr in einer geraden Linie hintereinander, sondern der Darm wird gleichsam herausgepresst und weicht nach rechts ab, sodass zwischen caudalem Lebergang und dorsaler Pankreasanlage nur noch der Sinus venosus liegt. Durch dieses Verhältniss ist die sogenannte Wanderung der beiden Gänge eingeleitet, sie rücken von hinten nach vorn und von vorn nach hinten allmählich auf die linke Seite des Duodenum. Von anderen Pankreasgängen ist auf diesem Stadium nichts wahrzunehmen. Aber schon wenige Stunden später treten sie auf und zwar zu der Zeit, wo der caudale Lebergang die Gallenblase entwickelt. Diese neue Pankreasanlage tritt paarig auf und zwar auf der ventralen Seite des Darmes. Diese paarige ventrale Pankreasanlage stellt keine Ausstülpung des Darmes dar, sondern wächst aus dem carnialen Gang heraus und zwar gerade an der Einmündungsstelle desselben in den Darm, kurz vor der Einmündung in den Darm fliessen aber auch carnialer und caudaler Lebergang zusammen, sodass wir auf Querschnitten ganz verwirrende Bilder erhalten, Fig. 14 zeigt zunächst die Gekrösverhältnisse. Das Darmgekröse läuft nicht mehr als gerade Linie in der Medianebene des Körpers, sondern ist stark nach rechts gedrängt, dadurch kommt die gesammte Masse des Lebernetzes auf die linke Seite des Körpers zu liegen. Ausser dieser Verdrängung lässt sich auch an dem Darmgekröse ein Bogen erkennen, dessen Concavität nach links schaut. Durch diese gegen das vorige Stadium vorgeschrittenen Verhältnisse wird die scheinbare Wanderung der Lebergänge und des dorsalen Pankreasganges noch mehr hervorgehoben. Die beiden Lebergänge münden schon ganz von links her in das Duodenum ein, während das dorsale Pankreas durch die Kürze des

dorsalen Darmgekröses nur wenig sich nach der linken Seite des Duodenums verschoben hat. Der Schnitt trifft die vereinigten beiden Lebergänge, daher gleichsam der Eindruck, als ob ein Lebergang längs getroffen wäre. Das dorsale Pankreas ist unmittelbar vor seiner Einmündung in den Darm angeschnitten. Von den beiden ventralen Pankreasgängen ist der linke in Verbindung mit dem cranialen Gang, der rechte liegt frei direct ventralwärts vor dem Duodenum. Durch die Drehbewegung der Lebergänge hat sich auch die Lagebeziehung der beiden ventralen Pankreasgänge verändert, wir haben weniger ein rechts und links, als ein dorsal und ventral von den Lebergängen. Um Verwechselungen aus dem Wege zu gehen, behalte ich trotzdem die Bezeichnungen rechtes und linkes ventrales Pankreas bei. Auf dem übernächsten Schnitt (Fig. 15) sind das dorsale Pankreas und das rechte ventrale Pankreas gerade an ihrer Einmündungsstelle getroffen, das linke ventrale Pankreas ist schon nicht mehr zu sehen. Die beiden ventralen Pankreasgänge stellen ganz kurze Gebilde dar, die vollständig in der Mesodermumhüllung des Darmes eingeschlossen sind und dieselbe nicht im mindesten vorbuckeln. Das erklärt, warum Goette die zweite und dritte Pankreasanlage so spät auftreten lässt. Goette praeparirte makroskopisch und konnte deswegen von der frühen Anwesenheit der ventralen Pankreasanlagen nichts wissen. In diesem Stadium der Verborgenheit verharren die ventralen Gänge längere Zeit. Dann beginnt zunächst der eine der beiden ventralen Pankreasgänge zu wuchern, welcher von beiden es ist, wage ich nicht mit Bestimmtheit auszusprechen, da auf späteren Stadien, wo die einzelnen Gänge Seitenäste zu treiben beginnen, auf dem Querschnitt ein solches Durcheinander vorhanden ist, dass das Links und Rechts nicht mehr mit Sicherheit auseinander zu halten ist. Diese wuchernde Pankreasanlage ist das zweite Goette'sche Pankreas, welches er am sechsten Tage hervorspriessen sieht. Da Goette die Sache immer von aussen betrachtet, so sieht er selbstverständlich auch nur, dass dieser zweite Pankreasgang zwischen den übrigen Gängen herauskommt. Wenn aus dem einen ventralen Pankreas das zweite Goette'sche hervorgeht, so ist wohl kein Zweifel möglich, dass das zweite ventrale Pankreas das dritte Goette's liefert. Mit Serienschnitten ist auf diesen späteren Stadien nicht mehr auszukommen, vom fünften Tage, wo die Ausbildung der Duodenalschlinge Fortschritte macht und wo die Drehungen des Darmrohres beginnen, ist eine sichere Orientirung bei den Seitenzweige und Aeste in Menge treibenden Pankreasanlagen ganz unmöglich geworden. Es lässt sich nur constatiren, dass dieses dritte Pankreas von einem Lebergang entspringt und damit ist seine Identität mit dem zweiten ventralen Pankreas wohl sicher gestellt.

Bei der Praeparation erwachsener Hühner trifft man manchmal nur

zwei Pankreasanlagen an, welche Anlage dann fehlt, wage ich nicht zu entscheiden, doch schliesse ich aus der Lage der Gänge, dass wahrscheinlich ein ventrales Pankreas nicht zur Ausbildung gelangt.

Die Lage der einzelnen Gänge bei dem erwachsenen Thiere ist nämlich ganz charakteristisch. Ich habe auf nebenstehender Figur die Verhältnisse wiederzugeben gesucht. Wir sehen die beiden Lebergänge Hepato-entericus und Cystico-entericus in die aufsteigende Duodenalschlinge einmünden. Um diese beiden Lebergänge gruppiren sich die Pankreasgänge in folgender Anordnung: zwei Gänge liegen unmittelbar und etwas ventralwärts neben den Lebergängen, der dritte ein wenig weiter entfernt und mehr dorsal gelagert, sodass er von den beiden ersten durch die Lebergänge getrennt wird. Bei Thieren, welche das Lagerungsbild nicht so scharf ausgeprägt haben, wie es zur Abbildung ausgewählt wurde, ist aber immer wenigstens das charakteristische Verhalten bewahrt, dass zwei Gänge dicht neben einander münden, der dritte mehr entfernt von ihnen.



Von den beiden mehr ventralwärts gelegenen Gängen ist der eine häufig sehr schwach entwickelt, oft nur ein Drittel der Stärke seines Nachbars erreichend, sodass man oft glaubt, nur zwei Gänge vor sich zu haben, bis man bei genauem Nachsehen den dritten Gang als feinen Strang findet, der seinem Nachbar unmittelbar anliegt.

Für den Vergleich mit den Verhältnissen der Säugethiere ist noch von Wichtigkeit, dass das secundäre zweite Pankreas Goette's später die Hauptdrüse liefert, während das zuerst angelegte dorsale Pankreas zurückbleibt.

b) Säugethiere.

Hier liegt eine erst in allerjüngster Zeit erschienene Arbeit von Stoss (14) vor. Stoss gebührt das Verdienst, die Aufmerksamkeit der Untersucher wieder auf das Gebiet der Pankreasentwickelung gelenkt zu haben. Stoss hat, genau genommen, vier Pankreasanlagen, die sich in eine paarige dorsale (Seite 5) und eine paarige ventrale anordnen. Wenn auch die dorsale Pankreasanlage auf dem Querschnitt eine herzförmige Gestalt besitzt, so kann doch von einer paarigen Anlage insofern nicht die Rede sein, als ja die Mündung immer unpaar bleibt, dagegen ist die paarige ventrale Anlage sicher anzuerkennen, da rechtes und linkes ventrales Pankreas gerade diametral gegenüber am primitiven Duodenum entspringen und auch später, wenn sie mit einander verschmolzen sind, noch getrennte Lumina erkennen lassen (Figg. 50 und 51). Das dorsale Pankreas verhält sich in seiner ersten Anlage wie das dorsale Pankreas des Hühnchens. Beide stellen eine Aussackung der dorsalen Darmwand von ziemlicher Ausdehnung dar. Die Abschnürung der beiden findet in verschiedener Richtung statt, da das Pankreas des Schafes sich in caudo-carnialer, das Pankreas des Hühnchens in cranio-caudaler Richtung abschnürt. Diesen durch die dorsale Anlage entstehenden Gang setzt Stoss mit vollem Rechte dem Ductus santorini des Menschen gleich. Die ventralen Pankreasanlagen stimmen bei Schaf und Huhn vollständig überein, da beide aus dem Lebergange und nicht aus dem Darmrohre entstehen. Man braucht ja nur die Reconstructionsfigur 70 von Stoss anzusehen, um die Beziehungen der ventralen Pankreasanlage zum Lebergange zu erkennen. Nach Stoss verschmelzen die beiden ventralen Pankreasgänge zu einer Anlage, welche die Hauptmasse des Pankreas liefert, wir hätten damit auch im ausgewachsenen Thiere eigentlich drei Pankreasanlagen vor uns. Durch die spätere stärkere Entwickelung der ventralen Anlage beim Schaf wird die Uebereinstimmung mit der Pankreasentwickelung des Hühnchens vervollständigt.

Die mir von P. Martin zur Verfügung gestellte Serie stammt von einem Katzenembryo von 9 ^{mm} grösster Länge. Die erste Anlage des Pankreas ist bereits vorüber und wir treffen auf den beiden von dieser Serie abgebildeten Figuren (16, 17) bereits Pankreasanlagen von ziemlicher Grösse. Das dorsale Pankreas (Fig. 16) hat sich bereits stark gedreht und liegt vollständig nach links herüber. Die Anlage steht noch in offener Communication mit dem Darme. Die ventrale Pankreasanlage (Fig. 17) liegt zwischen Darm und Ductus choledochus und hat sich bereits nach links verlängert. Die Anlage erscheint auf der Abbildung solid, je mehr sie sich aber dem Lebergange nähert, um so deutlicher tritt ein Lumen in

ihr auf, das endlich in den Lebergang einmündet, gerade an der Stelle, wo sich derselbe in den Darm öffnet. Damit sind wohl die Stoss'schen Angaben vollständig bethätigt. Bei einem Katzenembryo von 11 ^{mm} grösster Länge ist das dorsale Pankreas gegenüber dem ventralen bedeutend zurückgebildet. Damit stimmt überein, dass sich im erwachsenen Thiere nur ein Pankreasgang vorfindet, der gleichzeitig mit dem Lebergang in den Darm einmündet. Das definitive Pankreas der Katze entspricht also in seiner Lage und mit seinem Ausführungsgange dem ventralen oder secundären Pankreas des Hühnchens. Das scheint für die meisten Säugethiere zu gelten, so für Pferd und Schwein, sämmtlich bislang untersuchten Wiederkäuern, vielleicht mit Ausnahme des Rindes, und den Fleischfressern. Mit dieser Behauptung stimmt auch die Lage des Pankreas bei diesen Thieren überein. Das Pankreas der Wiederkäuer und Fleischfresser liegt vollständig, das der Pferde und Schweine theilweise im Lig. hepato-duodenale, also ventralwärts vom Duodenum [Bonnet (1)].

Da bei dem Menschen zwei Pankreasgänge vorkommen, so liegt der Gedanke nahe, dass wir auch hier die gleiche Entwickelung des Pankreas annehmen müssen. Stoss vergleicht ganz richtig seine ventrale Pankreasanlage mit dem Ductus pancreaticus und seine dorsale mit dem ductus santorini des Menschen.

Bei His (8) ist nur ein Pankreas und zwar ein dorsales angegeben. Auffallend ist bei den einzelnen Embryonen die verschiedene Lage der Pankreasmündung zur Lebermündung. His giebt für verschiedene seiner Embryonen eine isolirte Reconstruction des Darmes und seiner Anhangsgebilde. Nach diesen Abbildungen habe ich die folgende Zusammenstellung gemacht. Vier Embryonen (R, B [dieser sogar sehr weit entfernt] Pr und Bl) haben die Pankreasmündung cranial von der Mündung des Choledochus liegen, ein Embryo (Rg) in gleicher Höhe und drei Embryonen (S_1, Sch und Sch_2) caudal von derselben. Bei allen acht Embryonen ist das Pankreas als Gang und nicht als Aussackung gezeichnet, es kann sich also in der Lage der Pankreasmündung durch Abschnürung nichts mehr ändern, wie ja das bei der ersten Anlage der Fall ist. Ich habe bei der Besprechung der Leberentwickelung die Frage aufgeworfen, ob auch die Mündungsstelle des Choledochus bei dem Menschen caudalwärts wandert? Die Beantwortung dieser Frage kann ich erst an dieser Stelle geben und zwar muss die Antwort bejahend ausfallen. So oft bislang ein Ductus santorini beschrieben wurde, so oft lag die Mündung dieses accessorischen Pankreasganges cranialwärts der Choledochusmündung. Ich werde gleich den Beweis führen, dass das dorsale Pankreas dem Ductus santorini entspricht und dass das eigentliche Pankreas an ganz anderer Stelle seine Entstehung nimmt. Wenn wir also den Choledochus cranialwärts von dem dorsalen

Pankreas in den Darm münden sehen, so muss entweder das Pankreas aufwärts oder der Choledochus abwärts wandern, um seinen späteren definitiven Platz einzunehmen. Ein Wandern der Pankreasanlage ist bis jetzt noch nicht zu constatiren gewesen, dagegen ist das Wandern der Lebergänge eine sicher zu constatirende Thatsache. Ich möchte mich deswegen für eine Verschiebung der Choledochusmündung erklären und habe deswegen die Frage nach der Wanderung des Leberganges bejaht.

Für die Untersuchung der Pankreasentwickelung kommt nur Embryo H. $M._2$ in Betracht. Ueber die Entstehung des dorsalen Pankreas kann kein Zweifel herrschen und ich habe nur der Vollständigkeit halber eine Abbildung desselben gegeben (Fig. 3). Auf der Reconstructionsfigur liegt das Pankreas cranialwärts von der Choledochusmündung, es stellt noch keinen Gang dar, sondern eine Aussackung der Darmwand, welche sich in caudocranialer Richtung abzuschnüren beginnt, also genau wie das Stoss von seiner dorsalen Pankreasanlage beschreibt.

Das ventrale Pankreas wollen wir auf der Querschnittsserie, welche den Leberstiel trifft, aufsuchen. Schnitt 8 zeigt wieder das bekannte Bild des dreieckigen Leberstieles. Auf der rechten Seite des Stieles, dicht unterhalb des Duodenum, buckelt sich die Contour des Schenkels vor. In der Vorbuckelung erscheint ein Lumen. Auf Schnitt 9 ist das Lumen geschwunden, die Vorbuckelung aber noch deutlicher geworden. 10 zeigt die beginnende Abschnürung der Vorbuckelung. Auf den 3 folgenden Schnitten 11—13 beginnt die Dreitheilung des Leberstieles. Das mittlere Theilstück entspricht der ventralen Pankreasanlage. Auf dem Modell sieht man, dass sich das ventrale Pankreas vom Choledochus abschnürt, dass wir also auch hier in vollkommener Uebereinstimmung mit den Verhältnissen bei den übrigen Säugethieren und dem Hühnchen sind. Man sieht dann noch, dass sich nicht nur die eigentliche Vorbuckelung an der rechten Seite, sondern auch der ganze der Vorbuckelung entsprechende Streifen der caudalen Seite des Leberstieles mit abschnürt. So sieht man auf 12 eine Zweitheilung der ventralen Pankreasanlage deutlich. Der mehr rechts gelegene Abschnitt mit der Lichtung in der Mitte entspricht der abgeschnürten Vorbuckelung, der sich anschmiegende solide Theil dem abgeschnürten Streifen der caudalen Wand. Dass die abgeschnürte Vorbuckelung einem rechten ventralen Pankreas entspricht, unterliegt keinem Zweifel, in dem soliden Theil erblicke ich das letzte Rudiment einer linken ventralen Pankreasanlage. Mit dieser Annahme ergiebt sich eine volle Uebereinstimmung der Pankreasentwickelung des Menschen mit der des Schafes und des Hühnchens. Mit dieser doppelten Anlage, einer dorsalen und einer ventralen, ist auch die Anwesenheit zweier Pankreasgänge erklärt. Beide Pankreasanlagen verschmelzen wahrscheinlich mit einander

und so kann es kommen, dass die dorsale Anlage ihre Verbindung mit dem Darm vollständig aufgiebt und der Ductus santorini dann fehlt. Dann müssen beide Drüsenanlagen ihr Secret durch den Ductus pancreaticus entleeren. Das ist nur möglich, wenn Anastomosen zwischen beiden Drüsenanlagen vorhanden sind, eine solche Anastomose wird bei Anwesenheit eines Ductus santorini beschrieben, ist also wahrscheinlich auch vorhanden, wenn die Darmmündung desselben obliterirt.

Durch diese Entstehungsart finden Beobachtungen über einzelne Pankreasabnormitäten ihre Erklärung. Luschka (11) giebt an, dass der Ausführungsgang des Pankreas in dreifacher Anzahl vorhanden sein kann, über die Mündungen der Gänge findet sich leider keine Angabe. Ecker (5) beschreibt ein Pankreas, dessen Kopf den absteigenden Theil des Duodenum wie ein Ring umfasste. Vom Ductus pancreaticus zweigte sich ein Nebengang ab, welcher in dem ringförmigen Theil von hinten nach vorn verlief und in der Nähe des Hauptausführungsganges mit feinen Verästelungen endete. Ein solcher Ring kann entstehen, wenn dorsales und ventrales Pankreas sich nicht an der Darmwand entlang vorschieben, sondern ihre ursprüngliche entgegengesetzte Lage am Duodenum beibehalten.

Von den übrigen Wirbelthieren sind neuerdings nur die Amphibien auf ihre Pankreasentwickelung untersucht. Auch bei diesen findet sich nach Göppert (4) eine dreifache Anlage. Es entstehen ein dorsales und zwei ventrale Pankreata.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Leber.

1. Die Leber des Hühnchens entwickelt sich aus zwei unpaaren an der ventralen Seite des Vorderdarmes hintereinander gelegenen Rinnen. Durch allmähliche Abschnürung der Rinnen entstehen die Lebergänge (cranialer und caudaler Lebergang).

2. Das Längenwachsthum der Gänge geschieht durch fortgesetzte Abschnürung von der Darmwand. Dadurch wandert die Mündungsstelle beider Gänge dem ganzen primitiven Duodenum entlang.

3. Der craniale Gang liegt dorsal, der caudale Gang ventral zum Sinus venosus. Beide Gänge bilden Leberdrüsensubstanz, der craniale allerdings nur verschwindend kleine Mengen gegenüber dem caudalen Gange. Diese Leberdrüsensubstanz liegt wie ein Cylindermantel um den Sinus venosus herum. Durch Vermittelung dieser Leberdrüsensubstanz tritt eine



weitgehende Anastomosenbildung zwischen den beiden Lebergängen ein. Aus diesem Lebercylinder gehen die beiden späteren Leberlappen hervor.

4. Der caudale Gang bildet die Gallenblase. Damit tritt eine Zweitheilung desselben in einen Ductus cystico-entericus und einen Ductus hepato-cysticus ein. Während der Gallenblasenbildung obliterirt der Ductus hepato-cysticus, so dass die Gallenblase eine Zeit lang nur durch solide Verbindungsstränge mit dem Lebercylinder in Verbindung steht. Aus diesen soliden Verbindungssträngen gehen später neue Ductus hepatocystici hervor. Mit der Obliteration des primären Ductus hepato-cysticus verliert der Lebercylinder seinen Hauptausführungsgang, an seine Stelle tritt der craniale Lebergang, der damit zum Ductus hepato-entericus wird.

5. Für die Ontogenese der Hühnerleber geben die Variationen der Lebergänge bei den übrigen Vögeln Belege ab.

6. Kaninchen und Mensch besitzen gleichfalls zwei Lebergänge, einen cranialen und einen caudalen. Sie entstehen gleichfalls durch Abschnürung von der Darmwand. Diese Abschnürung findet bald ihr Ende, daher die Kürze der Gänge.

7. Aus dem caudalen Lebergange geht bei beiden Thieren die Gallenblase hervor. Die Anwesenheit eines Ductus hepato-cysticus ist für die embryonale menschliche Leber erwiesen.

2. Pankreas.

8. Das Hühnchen bildet drei Pankreasanlagen, eine dorsale und zwei ventrale. Alle drei Anlagen kommen zur Entwickelung.

9. Auch der Mensch hat wahrscheinlich drei Pankreasanlagen, eine dorsale, eine rechte und eine rudimentäre linke ventrale. Die beiden ventralen Anlagen sind miteinander verschmolzen. Beide Anlagen können sich zeitlebens erhalten; die dorsale bildet dann den Ductus Santorini, die ventrale den Ductus pancreaticus.

10. Bei der Katze lässt sich ein dorsales und ein ventrales Pankreas nachweisen.

Nachtrag: Ich habe leider bei der Litteraturzusammenstellung eine Angabe Zimmermann's übersehen (*Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft*, Berlin). Zimmermann beschreibt ausser dem links gelegenen Pankreas, noch eine kleine rechte Pankreasanlage, welche vom D. choledorhus ausgeht, hat also bereits das ventrale Pankreas beim Menschen gesehen.

Zürich, 8. August 1892.

Litteraturverzeichniss.

1. Bonnet, *Entwickelungsgeschichte.*

2. Gadow, *Die Vögel in Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreiches.*

3. Goette, *Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Darmcanales im Hühnchen.* Tübingen 1867.

4. Goeppert, Die Entwickelung und das spätere Verhalten des Pankreas der Amphibien. *Morphologisches Jahrbuch.* 1891.

5. Henle, *Handbuch der systematischen Anatomie.*

6. His, Die Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. I. *Die Entwickelung des Hühnchens im Ei.* Leipzig 1868.

7. Derselbe, *Unsere Körperform und das physiologische Princip ihrer Entstehung.*

8. Derselbe, *Atlas menschlicher Embryonen.*

9. Derselbe, Mittheilungen zur Embryologie der Säugethiere und des Menschen. *Dies Archiv.* 1881.

10. Kölliker, *Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.* 2. Auflage.

11. Luschka, *Die Anatomie des menschlichen Bauches.*

12. F. Mall, A Human Embryo twenty-six days old. *Journal of Morphology.* V.

13. H. Meyer, Die Entwickelung der Urniere des Menschen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bd. 36. 1890.

14. Stoss, Untersuchungen über die Entwickelung der Verdauungsorgane vorgenommen an Schafsembryonen. *Dissertation.* Leipzig 1892.

15. Uskow, Bemerkungen zur Entwickelungsgeschichte der Leber und der Lungen. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1883. Bd. 22.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XVI—XVIII.)

Fig. 1. Schnitt durch die Vorderdarmpforte eines Hühnchens. Die äussere Form desselben entspricht dem Modell 11 von His. Seibert Obj. I. Compensat. Ocul. 6.

Fig. 2. Schnitt dicht über dem Ductus omphalo-entericus durch den Embryo H. M_2. Seibert Obj. I. Compensat. Ocul. 6.

Fig. 3. Dorsale Pankreasanlage des Embryo. H. M_2. Seibert Obj. I. Compensat. Ocul. 2.

Fig. 4. Ventrale Pankreasanlage des Embryo H. M_2. Seibert Obj. I. Compensat. Ocul 2.

Fig. 5. Modell der Leberanlage von Embryo H. $M._1$. Vergr. $^{100}/_1$.

Fig. 6—13. Serie durch den Leberstiel von Embryo H. M_2. Seibert Apochromat. 8 ^{mm}. Compensat. Ocul. 4.

Fig. 14—15. Die drei Pankreasanlagen eines dreitägigen Hühnchens. Seibert Obj. 00. Compensat. Ocul 2.

Fig. 16—17. Dorsales und ventrales Pankreas der Katze. Seibert Obj. 00. Compensat. Ocul. 2.

Fig. 18. Modell der Leberanlage von H. M_2. Vergr. $^{150}/_1$.

Fig. 19—20. Modell der Leberanlage eines Hühnchens vom Ende des zweiten Tages. Vergr, $^{100}/_1$.

Fig. 21—22. Modell der Leberanlage eines Hühnchens entsprechenden Alters von Modell 11, von His. Vergr. $^{100}/_1$.

Fig. 23—24. Modell durch die Leberanlage eines Hühnchens entsprechenden Alters wie Modell 13 von His. Vergr. $^{100}/_1$.

Ueber den Bau der menschlichen Lungen.

Von

C. Hasse.

(Aus der anatomischen Anstalt zu Breslau.)

(Hierzu Taf. XIX—XXI.)

Ueber ein Jahrzehnt ist verflossen seit mein verstorbener Freund und College Chr. Aeby seine Untersuchungen [1] über den sogenannten Bronchialbaum veröffentlichte und damit einer sicher begründeten neuen Auffassung über den Bau der Lungen Bahn brach. Schnell fanden seine Angaben über die ep- und hyparteriellen Bronchi und seine Anschauungen über das ventrale und dorsale, von dem die ganze Lunge durchsetzenden Stammbronchus ausgehende Luftröhrensystem bei den Anatomen Beifall und Eingang, und sie wurden dann durch vortreffliche Untersuchungen von Braune und Stahel [2] im Wesentlichen gestützt und erweitert, und durch ausgezeichnete entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen von His [3] auf eine breitere Grundlage gestellt. Meiner Ansicht nach haben aber alle diese mühevollen und eingehenden Beobachtungen nicht diejenige Aufmerksamkeit bei den Physiologen und bei den praktischen Medicinern erregt, welche sie verdienen, und das mag wohl daher kommen, dass die Forscher und namentlich Aeby selbst, sich wesentlich auf die einfache Beschreibung der

[1] *Der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen.* Leipzig, Engelmann 1880.

[2] Ueber das Verhältniss der Lungen, als zu ventilirender Lufträume, zu den Bronchien, als luftzuleitenden Röhren. *Dies Archiv.* 1886.

[3] Zur Bildungsgeschichte der Lungen beim menschlichen Embryo. *Dies Archiv.* 1887.

Befunde beschränkten ohne den Ursachen der Erscheinungen und den Folgen, welche sie für die Praxis haben könnten, eingehend und erschöpfend nachzugehen. Der causale Zusammenhang der Dinge fehlt und somit handelt es sich um ein werthvolles Material, welches eigentlich doch erst der Verwerthung harrt.

In meinem grossen Werke [1] und bald nach dessen Erscheinen auf dem internationalen medicinischen Congresse in Berlin [2] habe ich den ersten Versuch gemacht, die Ursachen des so eigenthümlichen Baues der menschlichen und damit auch der thierischen Lungen aufzudecken, allein die entsprechenden Abbildungen fehlten. Es fehlte damit das Zwingende und in die Augen Fallende. Diesem Mangel habe ich jetzt abgeholfen und inzwischen auch noch weitere Untersuchungen angestellt und so hoffe ich, dass das, was ich erreicht habe, in weiteren medicinischen und namentlich auch praktischen Kreisen Beachtung findet und anregend wirkt. Mich selber hat es mit besonderer Befriedigung erfüllt, auch bei dieser Gelegenheit und an diesem wichtigen Gegenstande zeigen zu können, dass in unserer entwicklungs-, mikrotom- und färbefrohen Zeit die Anatomie des Grossen in ihrer Bedeutung für Physiologie und praktische Medicin noch lange nicht am Ende steht, dass im Gegentheil gerade sie in engster Fühlung mit den übrigen anatomischen Disciplinen, mehr oder mindestens eben so gut wie diese den Satz bewahrheitet: „anatomia fundamentum medicinae“.

Ich will zunächst die durch ausgiebige Zahlenangaben gestützten Hauptresultate der Aeby'schen Arbeit über den Bau der menschlichen Lungen, soweit sie hier in Frage stehen, mit kurzen Worten hervorheben.

Beide Lungen werden von einem Stammbronchus (bronchus principalis), der nach hinten und etwas nach innen geht, durchsetzt. Der Stammbronchus rechts verläuft gerader gestreckt, mit einer leichten Concavität dorsalwärts, mehr in der Axe der Luftröhre, der linke ist dagegen in der Frontalebene S-förmig gebogen, dabei aber ebenfalls in der sagittalen Ebene dorsalwärts leicht concav. Er bildet mit der Axe der Luftröhre einen stärkeren Winkel und steht somit an der Trachea mehr seitwärts. Die beiden Stammbronchen werden von den Art. pulmonalis überkreuzt und unter diesen liegt ein System von ventralen grösseren und dorsalen kleineren Seitenbronchen, welche links etwas höher gestellt, als rechts in ihren

---

[1] *Die Formen und die Formänderungen des menschlichen Körpers bei der Athmung.* Jena 1888—1890.

[2] Der Bau der Lungen des Menschen bedingt durch die Bewegung der Brustwände bei der Athmung. *Verhandlungen des X. internationalen medicinischen Congresses in Berlin.* 1890.

Ursprüngen alterniren. Sie sind im Wesentlichen in der Vierzahl vorhanden, nehmen von oben nach unten an Kaliber ab und verhalten sich auf beiden Seiten symmetrisch. Es ist das hyparterielle Bronchialsystem. Rechts befindet sich dann noch über der Art. pulmonalis ein eparterieller Seitenbronchus. Es ist das eparterielle Bronchialsystem, welches der linken Lunge fehlt, somit eine Asymmetrie der beiden Lungen bedingt und nur unvollkommen eine Trennung in einen dorsalen und ventralen Seitenbronchus zeigt. Die Seitenbronchen theilen sich dann dichotomisch in Nebenbronchen, und zu diesen gehört auf der rechten Seite ein besonderer, unter dem ersten eparteriellen, ventralen Seitenbronchus direct aus dem Stammbronchus entspringender Bronchus cardiacus, welcher nach Aeby als ein auf den Stammbronchus gerückter Nebenbronchus anzusehen ist.

Die Seitenbronchen, mit Ausnahme des rechten, eparteriellen und des ersten linken, hyparteriellen, besitzen einen absteigenden Verlauf. Bei den soeben genannten Ausnahmen steht das Anfangsstück nahezu quer, ja bisweilen steigt es sogar etwas nach aussen hin auf. Diese beiden Bronchen sitzen daher stets dem Stammbronchus auf, während alle anderen ihn in seiner Richtung spitzwinklig verlassen. Die aus den Seitenbronchen hervorgehenden Zweige gehen ebenfalls in spitzen Winkeln ab. Die beiden mittleren hyparteriellen Seitenbronchen sind immer zusammengerückt.

Das Kaliber des hyparteriellen Abschnittes der Stammbronchi ist auf beiden Seiten so gut wie gleich, dagegen zeigt sich der eparterielle Abschnitt rechts bis zum Abgange des eparteriellen Seitenbronchus weiter als links (3:2). Die Erweiterung kommt ausschliesslich diesem, über der Lungenarterie liegenden Seitenbronchus zu. Die Verengerung der Stammbronchi geschieht immer sprungweise, dem Abgange der Seitenbronchi entsprechend, dazwischen sind die Abschnitte cylindrisch.

Die Kaliber der beiden Lungen verhalten sich wie 100:85, die der zuführenden Luftröhrenäste wie 100:70·7, wobei hervorzuheben ist, dass das Plus auf der rechten Seite durch den links fehlenden, eparteriellen Seitenbronchus bestimmt ist. Dasselbe wird aber dadurch auf ein geringeres Maass zurückgebracht, dass der erste hyparterielle Bronchus links weiter ist, als rechts. Eine Kalibersymmetrie findet also erst unterhalb der ersten hyparteriellen Bronchen statt. Weiter zeigt sich beim Menschen bezüglich des Kalibers, dass eine Unterordnung der Seitenbronchen unter die Stammbronchen nur in einem sehr beschränkten Maasse stattfindet. Links fehlt eine solche sozusagen vollständig, rechts besteht sie nur bis zum ersten hyparteriellen Aste, um dann gleichfalls zu verschwinden. Daraus erklärt sich die bisherige Annahme der dichotomischen Theilung der Bronchi. Was dann das Gesammtkaliber des Bronchialbaumes betrifft, so hebt er hervor, dass die oberen Theile der Lunge einen kegel-

förmigen Hohlraum mit nach unten gekehrter Spitze darstellen, während die unteren einen Kegelraum mit aufwärts gekehrter Spitze umschliessen.

Ueber die Lappenbildung der Lungen spricht er sich dahin aus, dass die beiden unteren Lappen einander homolog sind, dass dagegen der mittlere Lappen der rechten Lunge dem oberen der linken entspricht, und dass der obere rechts, als dem eparteriellen Bronchus angehörig, eine besondere, dieser Lunge eigenthümliche Bildung darstellt. Er weist dann ferner nach, dass beim Neugeborenen der untere Lungenlappen den oberen übertrifft, und dass ferner der mittlere Lungenlappen dem oberen oft an Grösse gleichsteht. In den beiden ersten Jahren vergrössert sich dann die Lunge auf das Achtfache der bei der Geburt. Von da ab bis zur Pubertät vergrössert sie sich nur bis auf das Zehnfache, zur Zeit der Pubertät beginnt aber eine lebhafte bis zum erwachsenen Alter schnell vorschreitende Vergrösserung bis auf das Zwanzigfache des Werthes bei Neugeborenen, und dabei betheiligt sich vorzugsweise der obere Lappen, welcher dadurch rechts ein bedeutendes Uebergewicht über den mittleren bekommt.

In einer späteren Mittheilung, welche sich an die Angaben von Lebouq[1] und Weber[2] anschliesst, hebt dann Aeby[3] hervor, dass bei situs inversus alle Verhältnisse der Lungen sich verkehren. Er deutet dabei darauf hin, dass das asymmetrische Wachsthum des Bronchialbaumes nicht zufällig, sondern streng gesetzmässige Beziehungen haben müsse, auf welche er allerdings nicht eingeht.

Nach Aeby's grundlegenden Arbeiten erschien zuerst eine Abhandlung von Braune und Stahel.[4] Diese beiden Forscher beschränken sich an der Hand verbesserter Methoden darauf, zu einer sichereren Anschauung über die Kaliberverhältnisse des Bronchialbaumes der beiden menschlichen Lungen zu kommen und zugleich bei krankhaften Verhältnissen die Beziehungen des Kalibers der luftzuführenden Röhren zu dem durchpassirenden Luftquantum festzustellen. Dabei stellte sich heraus, dass die Verhältnisszahlen der Querschnitte des rechten und des linken Bronchus an der Theilungsstelle nicht wie Aeby gefunden wie 100:70·7, sondern wie 100:77·9 betragen. Ferner heben sie scharf hervor, dass die Trachea und die Bronchien ein Röhrensystem mit abwechselnden Erweiterungen und Verengerungen darstellen, ein Satz, welcher in dieser Schärfe von Aeby nicht aufgestellt wurde, da derselbe solche Kaliberänderungen nur für den

[1] Ein Fall von situs inversus beim Menschen mit Rücksicht auf die Bronchialarchitektur. *Zoologischer Anzeiger.* 1881.

[2] *Ueber das Verhalten des Bronchialbaumes beim Menschen bei situs inversus.*

[3] Der Bronchialbaum des Menschen bei situs inversus. *Dies Archiv.* 1882.

[4] Ueber das Verhältniss der Lungen als zu ventilirender Lufträume zu den Bronchen als luftzuführenden Röhren. *Dies Archiv.* 1886.

Bronchialbaum fand. Weiterhin stellten sie das Gesetz auf, dass die Grösse des Querschnittes eines Bronchus von der Grösse des Luftvolums abhängt, welches durch denselben geht. Wächst das Luftvolumen, so wächst auch die Grösse des Querschnittes und umgekehrt.

His[1] hat sich dann die Aufgabe gestellt, durch ausgedehnte, entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Aeby'schen Auffassung über das Verhalten des Bronchialbaumes aufzuklären und zugleich die früheren entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Küttner, Remak, Kölliker, Stieda und ihm selber richtig zu stellen und zu erweitern. His schildert wie aus dem ursprünglich einfachen Lungensacke die beiden primären Lungensäcke werden. Dieselben zeigen sich von vornherein unsymmetrisch, und zwar ist er der Ansicht, dass diese Asymmetrie wohl unter dem Einfluss der Asymmetrie des Herzens und des Herzgekröses zu Stande kommt. Thatsächlich ist der rechte primäre Lungensack dorsalwärts verschoben und geräumiger, als der linke. An diesen Lungensäcken entwickelt sich rechts eine Ober-, Seiten- und Endknospe, links dagegen nur eine Seiten- und Endknospe. His bestätigt dann die aus den primären Lungensäcken geschehende Ausbildung von Stammbronchi, sowie die monopodische Theilung derselben, während er für die Seitenbronchien, die aus den Knospen hervorgehen, Dichotomie annimmt.

Abgesehen von dem rechten eparteriellen Seitenbronchus, welcher aus der Oberknospe entsteht, treten zuerst an jedem Stammbronchus vier, zwei dorsale und zwei ventrale Seitenbronchen auf. Am eparteriellen Bronchus sind dorsaler und ventraler Seitenbronchus, wie es auch Aeby behauptet, in einen zusammengefasst.

Auf der nächstfolgenden Entwicklungsstufe bildet sich an dem hyparteriellen Knospen- oder Bronchialsystem dadurch eine Asymmetrie aus, dass sich die Theiläste der Bronchi in ab- und aufsteigender Richtung, rechts und links nicht gleich ausbreiten. Der eparterielle Bronchus beginnt mit einem schräg nach abwärts steigenden Wurzelstock und theilt sich in einen dorsalen und ventralen Ast, von denen jeder wieder in zwei getrennte Zweige ausläuft. Der dorsale hintere Ast verläuft schräg nach abwärts, während der dorsale Seitenast zur Lungenspitze emporsteigt. Die ventralen Aeste liegen annähernd in der Verlängerung des Wurzelstockes. Der erste hyparteriell liegende, ventrale Bronchus theilt sich in einen seitlichen und vorderen Zweig, die sich weiter theilen. Der erste dorsale Bronchus tritt in das Untergeschoss der Lungenanlage hinein, und seine beiden Theiläste kommen schräg unter einander zu liegen. Die Theiläste des zweiten, ventralen Bronchus bleiben in derselben horizontalen Ebene

[1] Zur Bildungsgeschichte der Lungen beim menschl. Embryo. *Dies Archiv.* 1887.

liegen. Das untere Endstück ist undeutlich. Es scheint sich bereits der zweite dorsale und der dritte ventrale Seitenbronchus zu bilden, während das zwischengelegene Stück dem Stammbronchus angehört.

Eine besondere Bildung ist der Bronchus cardiacus. Er ist eine vollkommen ventralgestellte Knospe, den er als einen ächten, ventralen Seitenbronchus auffasst, welcher seine eigene Entwicklung verfolgt. Die linke Lungenanlage ist der rechten etwas voraus, und die Seitenbronchen sind sämmtlich etwas weiter ausgebildet, als rechts. Eine Besonderheit besteht darin, dass der erste ventrale Seitenbronchus nicht blos wie rechts in einen seitlichen und vorderen Zweig, sondern zugleich in einen starken Ast, welcher sich in das Obergeschoss der Lunge begiebt, zerfällt und sich hier in zwei Aeste spaltet. Er bildet einen Ersatz für den rechten, eparteriellen Bronchus. Der vordere Ast des ersten ventralen Bronchus zeigt einen nach oben gehenden Ast, während der andere ebenfalls zweigetheilt in der Richtung des Herzbronchus nach unten geht.

Von den im Untergeschosse liegenden Bronchen zerfällt der erste dorsale in einen oberen und unteren Ast, der zweite ventrale Bronchus in zwei in gleichem Horizontalniveau liegende Aeste. Die übrigen Anlagen sind wenig entwickelt.

Bei diesem Auswachsen des Bronchialbaumes gliedert sich die Oberfläche des Lungenkörpers in einzelne rundliche Höcker und weiterhin in einzelne grössere Lappen. Dann trennen rechts zwei Einschnitte das Mittel- von dem Ober- und Untergeschoss, während sich links ein einfacher Einschnitt zwischen Mittel- und Untergeschoss findet. His hält somit auch an der Aeby'schen Homologie der Lungenlappen fest. Der dorsale Theilast des rechten eparteriellen Bronchus ist dem rückseitigen Abschnitt, der ventrale dem vorderen Abschnitte des oberen Lungenlappens zugekehrt. Der dreieckige, mittlere Lappen enthält den ventralen ersten, hyparteriellen Bronchus, und zwar an der Spitze den seitlichen, vorne an der Basis den vorderen Theilast. Alle übrigen vertheilen sich in dem unteren Lappen.

Der obere Lappen der linken Lunge enthält den ersten ventralen, hyparteriellen Seitenbronchus, der untere Lappen die übrigen.

Entsprechend der unvollkommenen Ausbildung der unteren Abschnitte des Bronchialbaumes ist der untere Lungenlappen relativ wenig ausgedehnt. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung werden der erste dorsale und der Herzbronchus erheblich länger und spalten sich in mehrere Aeste. Auch das untere Ende des Stammbronchus verlängert sich und der vierte ventrale Bronchus zweigt sich ab. Auch links sind vier ventrale Seitenbronchi zu unterscheiden, dagegen auf der dorsalen Seite nur ein sehr langer Seitenbronchus.

Am Ende des zweiten Monats zeigt sich noch deutlicher als vorher

die Compensation, welche die linke Lunge für den Ausfall des eparteriellen Bronchus durch ihren aufsteigenden Ast erfährt. Der Anfangstheil dieses Astes geht auch jetzt noch dorsalwärts, die weitere Verzweigung geschieht aber so, dass die Rückseite und die Vorderseite des Obergeschosses davon versorgt werden. Für die unteren Bezirke, vom dritten hyparteriellen Seitenbronchus abwärts, kann das Princip einer monopodischen Verzweigung nicht so streng aufrecht erhalten werden, als Aeby es meint, wie auch zuletzt der Stammbronchus nicht scharf von den Seitenbronchen unterscheidbar bleibt. Nach erfolgter Trennung der beiden Lungensäcke aus der unpaaren, asymmetrischen Lungenanlage, treten die primären Seitensprossen als monopodische Bildungen im Sinne von Aeby auf, und ihre für beide Seiten asymmetrische Anlage bestimmt auch die Differenzen späterer Ausbildung. Der weitere Verzweigungsmodus bleibt während geraumer Zeit der dichotomische. Zuletzt hört die Dichotomie auf und es macht sich wieder ein System von Seitenknospen geltend.

Im Jahre 1890 zeigte ich,[1] dass der Verlauf der Luftröhrenäste in der erwachsenen Lunge genau der Bewegung der Theile der Brustwand, gegen die sie gerichtet sind, entspricht, und dass die Lunge, entsprechend den entgegengesetzt gerichteten Kegeln Aeby's, in zwei physiologisch wohl zu unterscheidende Theile zerfällt, in denen die Stromrichtungen der Luft, entsprechend den Richtungen der Luftröhrenäste, verschieden sind. Der obere zeigt die Strom- und Luftröhrenrichtung wesentlich nach vorne, auf- und seitwärts, der untere die Strom- und Luftröhrenrichtung nach unten, hinten und seitwärts. Dieser Anordnung entspricht die Trennung beider Lungen in zwei Hauptlappen, und da diese Verhältnisse bereits bei Neugeborenen, die noch nicht geathmet haben, vorhanden sind, so schloss ich, dass es sich um eine vererbte, von der Mechanik des Thorax bei der Athmung abhängige Einrichtung handle. Dieses führte ich bald nachher[2] in einem Vortrage auf dem internationalen medicinischen Congress in Berlin weiter aus und bemerkte zugleich, dass man bei allen Thieren aus der Richtung der Aeste des Stammbronchus sichere Schlüsse auf die Art und Weise der Athmung und auf die Form und Weite der Bewegung der einzelnen Punkte der Brustwände ziehen könne. Ferner hob ich hervor, dass bei dem Menschen die Brustathmung wohl die ursprüngliche Athmungsweise sei.

Meinen jetzigen Untersuchungen liegen Metallausgüsse mit Wood'schen

[1] *Die Formen des menschlichen Körpers und die Formänderungen bei der Athmung.* II. Jena 1890.

[2] Der Bau der Lungen des Menschen bedingt durch die Beengung der Brustwände bei der Athmung. *Verhandlungen des X. internationalen medicinischen Congresses in Berlin.* 1890.

Metall von gesunden, durchaus normalen menschlichen Lungen, sowohl Erwachsener, als Neugeborener, die noch nicht geathmet haben, zu Grunde. Die Lungen wurden unter das Wassergebläse gebracht, vollkommen getrocknet und dann mit Metall ausgegossen. Die Weichtheile wurden mittelst Kalilauge binnen kurzem entfernt. Den Bronchialbaum des Erwachsenen habe ich dann unter sorgfältiger Beachtung der Schrägstellung der Trachea und der Lage des Bronchialeintrittes in die Lunge hineingezeichnet und die Einathmungsgrenzen der verschiedenen Punkte der Lungenoberfläche nach meinen in meinem grossen Werke niedergelegten Erfahrungen mit rother Farbe hinzugefügt.

Ein Blick auf die Abbildungen (Figg. 1, 2, 3, 4) zeigt ohne Weiteres, dass die wesentlichen Beobachtungen Aeby's richtig sind, und dass die Verhältnisse bei Erwachsenen sich im Wesentlichen mit dem decken, was His durch seine entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen gefunden hat, wie sie auch den Satz von Braune und Stahel, dass das Kaliber der Luftröhrenäste sich nach der Stärke des durchtretenden Luftstromes richtet, bestätigen. Wie man ganz besonders schön auf der Seitenansicht der linken Lunge sieht, durchsetzt der Stammbronchus die Lunge von vorne oben, nach hinten und unten, und auf ihn reihen sich dann alternirend links höher, wie rechts, vier ventrale und dorsale Seitenbronchien. Dieses Verhältniss tritt im hyparteriellen System der rechten Lunge weniger klar zu Tage. Der Bronchus cardiacus nimmt dabei eine besondere Stellung ein. Es zeigt sich ferner, dass der eparterielle Bronchus der rechten Seite den oberen Lappen der rechten Lunge, der ventrale, hyparterielle erste Seitenbronchus den mittleren Lungenlappen und die übrigen ventralen sowohl, wie sämmtliche dorsalen hyparteriellen Bronchi den unteren Lappen versorgen, welcher somit grösser ist, als die beiden anderen. Das ist auch auf der linken Seite wohl der Fall, allein der obere Lappen wird nur von dem ventralen, ersten hyparteriellen Seitenbronchus, der untere dagegen von allen übrigen versorgt, einschliesslich selbstverständlich des Stammbronchus. Dabei will ich zugleich hervorheben, dass die Theilung der Seitenbronchen genau den von His bei menschlichen Embryonen gefundenen Verhältnissen entspricht, und wenn ich dann hinzufüge, dass die gleichen Erscheinungen bei neugeborenen Kindern (Figg. 5, 6, 7, 8) auftreten, so meine ich, ist wohl folgender Satz an die Spitze zu stellen:

Der Bronchialbaum des Menschen zeigt von den ersten Fötalmonaten bis zum erwachsenen Alter dieselben Grunderscheinungen, nur die Richtungen der Nebenluftwege sind nicht zu allen Zeiten dieselben.

Die Trennung in die einzelnen Lappen ist genau, wie His angiebt, und zwar entsprechend der Anordnung der Bronchialäste links in zwei, in

ein nach aufwärts, vorne und ein nach abwärts und hinten gehendes, oberes und unteres System, während rechts ein oberes aus dem aufwärts gehenden eparteriellen und dem nach vorne abwärts sich erstreckenden, ersten, ventralen, hyparteriellen Seitenbronchus stammendes und ein anderes nach abwärts und hinten sich erstreckendes System zu Tage tritt. Die Trennungsfurchen der Lungen entsprechen genau den Grenzen dieser Systeme. Der Bronchialbaum des mittleren und oberen Lappens der rechten Lunge entspricht im Wesentlichen dem des oberen Lappens der linken Lunge, wenn die Zusammensetzung auch durchaus nicht aus homologen Theilen erfolgt, und ebenso entsprechen mit den Einschränkungen, welche wir alsbald kennen lernen werden, die unteren Lappen einander, obgleich auch sie nicht in derselben Weise zusammengesetzt werden, und somit durchaus nicht den Gesetzen der Symmetrie folgen.

Morphologisch betrachtet, ist der mittlere Lappen der rechten Lunge im Wesentlichen, aber nicht vollkommen dem oberen Lappen der linken Lunge homolog, und dasselbe gilt für die beiden unteren, während der obere Lappen der rechten Lunge eine für sich bestehende Bildung ist. Physiologisch betrachtet zerfallen aber die beiden Lungen in zwei luftführende Kegel, deren Spitzen beide nach innen kehren, von denen aber der eine seine Basis nach aufwärts, vorne und aussen, seine Spitze nach abwärts, hinten und innen, der andere seine Basis nach unten, hinten und aussen, seine Spitze nach oben, vorne und innen kehrt.

Diesem Verhalten entsprechend muss dann die Haupttrennungsfurche an den Lungen (sulcus cardinalis pulmonum) von hinten oben, nach vorne und unten gerichtet sein. Die Trennung des oberen von dem mittleren Lappen rechts ist durch das in ersterem allein befindliche eparterielle Bronchialsystem bedingt, und da dieses nach aufwärts, vorne und hinten, das des ersten hyparteriellen ventralen für den mittleren Lappen bestimmten Seitenbronchus nach vorne und ein wenig nach abwärts gerichtet ist, so muss die Trennungsfurche zwischen diesem und dem oberen Lungenflügel fast horizontal und nur wenig nach vorne abwärts geneigt verlaufen.

Es möge mir nun gestattet sein des Näheren auf die Luftröhre und die in die Lungen hineintretenden Stammbronchen einzugehen, selbst auf die Gefahr hin, bereits Bekanntes wiederholen zu müssen, und dann die einzelnen Seitenbronchen und deren Nebenäste in Richtung und Verlauf zu schildern, erst dann ist es möglich den Ursachen näher nachzugehen.

Die Luftröhre zieht parallel der Verbindungslinie zwischen dem höchsten und tiefsten Punkte der Lunge, schräg von vorne, oben, nach hinten und

unten, und zeigt die von Braune und Stahel gefundenen, aufeinander folgenden, leichten Erweiterungen und Einschnürungen, eine Erscheinung, welche sich am Bronchialbaume in der gleichen Weise zeigt und dem entsprechend unzweifelhaft starke Wirbelbewegungen der ein- und ausströmenden Luft zur Folge hat. Die untere Erweiterung erstreckt sich bis 3 cm über die Theilungsstelle, wo dann die Einschnürung erfolgt. Die Theilungsstelle befindet sich 8·5 cm unter der höchsten Spitze der Lunge, zwischen den Schultergräten.

Die Stammbronchen sind nach abwärts hinten und etwas nach aussen gerichtet, und dem entsprechend ist auch die Richtung des directen Luftstromes, also gegen diejenigen Lungenparthien, welche im Bereiche der Untergrätengruben liegen, und ich möchte annehmen, dass das für die akuten Lungenkrankheiten, wie Pneumonia acuta, nicht ohne Bedeutung ist. Die Stammbronchen sind dabei nicht ganz gerade gestreckt, sondern zeigen im Ganzen eine nach innen und daneben noch eine leichte nach hinten gerichtete Concavität. Dabei zeigen sich, wie schon Aeby hervorgehoben hat, Unterschiede zwischen rechts und links. Die Biegungen des linken Bronchus sind schärfer und ausgeprägter als rechts. Derselbe ist deutlich S-förmig gekrümmt, während der rechte nur eine unbedeutende C-Krümmung zeigt, und dem entsprechend ist der Luftstrom in dem rechten Stammbronchus ein directerer und gleichmässigerer, wie links. Nimmt man dann noch hinzu, dass das Kaliber nicht blos im Anfang des Bronchus rechts, sondern auch weiterhin grösser ist wie links, dass somit der Luftstrom ein stärkerer, und dass schliesslich der rechte Stammbronchus stets mehr in der Richtung der Trachea verläuft, der linke dagegen unter einem schärferen Winkel abgeht, so möchte darin wohl ein Erklärungsmoment für das häufige Auftreten der rechtsseitigen akuten Lungenentzündung liegen.

Es fragt sich nun, ob diese Verhältnisse der Stammbronchien zu jeder Zeit bestanden haben, und welches die Ursachen der Form und Lagerung derselben sind. Im Hinblick auf die His'schen Beobachtungen muss die erste Frage mit „Nein“ beantwortet werden, denn es hat eine Lageveränderung stattgefunden, und zwar ist dieselbe wie anzunehmen allmählich entstanden. Die ursprüngliche Lage der Stammbronchi verkehrt sich in das Gegentheil. His weist nach, dass bei dem ersten Auftreten der primären Lungensäcke, der späteren Stammbronchen, der rechte weiter dorsalwärts geschoben ist, als der linke und in seiner Fig. 6 zeichnet er deutlich, wie der rechte primäre Lungensack beinahe unter einem rechten Winkel mit der Luftröhre zusammenstösst, während der linke mehr in der Richtung derselben winklig geknickt ist. Bezüglich dieser Asymmetrie macht er auf die asymmetrische, nach rechts hin gewandte Lage des Herzgekröses, in Folge der asymmetrischen Lage des Herzens als auf eine mögliche Ur-

sache aufmerksam. Ich schliesse mich dieser Auffassung durchaus an. Aus seinen Figg. 9, 15, 18 u. 22, und ich setze dabei als selbstverständlich voraus, dass die Zeichnungen den thatsächlichen Verhältnissen genau entsprechen, geht nun aber klar hervor, dass allmählich eine Senkung des rechten und eine Hebung des linken Stammbronchus stattfindet, und dass am Ende des zweiten Fötalmonats die Verhältnisse des Abganges der Stammbronchen von der Trachea sich bereits so stellen, wie im erwachsenen Alter. Der Grund dafür ist meines Erachtens in der Drehung des Herzens nach aufwärts links und hinten zu suchen. Die C und S-förmige Krümmung der beiden Stammbronchi ergiebt sich einfach aus der Krümmung der Herzflächen, über die sie wegziehen, und aus der Stellung der Ursprünge der beiden Röhren zur Trachea, wie auch die Concavität nach innen von der Wölbung des Herzens abhängig ist. Warum nun aber der rechte Lungensack von vorne herein weiter ist als der linke, darüber vermag ich mir leider keine Rechenschaft zu geben. Ebenso wenig klar tritt die Ursache des Auftretens des rechten eparteriellen Bronchialsystemes zu Tage, allein ich glaube doch, dass die folgende Betrachtung nicht ganz ohne Werth ist, und dass sie mindestens Handhaben für das Auffinden der eigentlichen Ursache bietet.

Dadurch, dass das Herzgekröse und das Herz den gleich von vorne herein grösseren, rechten, primären Lungensack rückwärts und aufwärts drängen, müssen die Zweige des fünften Aortenbogens, die Arteriae pulmonales, welche wie die Fig. 15 der His'schen Arbeit lehrt, durchaus symmetrisch nach abwärts steigen, rechts und links zum primären Lungensack verschieden liegen. Die rechte Arterie muss den primären Lungensack früher überschneiden und überlagern, als den linken (Fig. 15, His), somit frühzeitiger mit ihm in Verbindung treten, als es auf der linken Seite der Fall ist, und darin liegt vielleicht auch eine Erklärung des grösseren Wachsthumes des rechten Lungensackes neben der Erklärung dafür, dass sich aus demselben eine besondere Wucherung, die Oberknospe, die Grundlage des eparteriellen Bronchialsystemes entwickelt. Ich halte um so mehr daran fest und das gilt dann auch für die übrigen vorhin angegebenen Entwicklungsursachen, weil bei Situs inversus und Umkehrung der Herz- und Gefässverhältnisse die Verhältnisse des rechten und des linken Stammbronchus, sowie der Lungen überhaupt ausgetauscht werden (Weber, Lebouq, Aeby).

Was nun die Seitenbronchen betrifft, so will ich mit der rechten Lunge den Anfang machen:

Der eparterielle Bronchus tritt in der Mitte des oberen Lappens, 4 cm unterhalb des höchsten Punktes desselben, entsprechend der oberen Grenze des unteren Lappendrittels ein. Anfänglich steigt derselbe un-

bedeutend abwärts (Fig. 1), krümmt sich dann aber scharf aufwärts in die Horizontale und über diese hinaus. Seine Länge beträgt 1 cm. Derselbe theilt sich (Fig. 2) in einen vorderen, nach vorne aufwärts und aussen steigenden Ast (Bronchus eparterialis anterior) und in einen hinteren (Bronchus eparterialis posterior), welcher ebenfalls ein wenig aufsteigt und nach hinten und aussen gerichtet ist. Beide theilen sich wiederum in zwei Aeste. Die beiden Theiläste des vorderen oberen Nebenbronchus sind ein fast senkrecht aufsteigender (Bronchus apicis pulmonis dexter.), welcher nur wenig nach aussen verläuft und ein stärkerer, fast horizontal nach vorne und aussen gerichteter Ast. Der erstere versorgt die Lungenspitze, der letztere die vorderen und äusseren Parthien bis zur Mitte der Seitenfläche des oberen Lungenlappens. Da das Volumen dieses Lungenabschnittes grösser ist, als das der Spitze, so erklärt sich daraus der Unterschied im Kaliber. Beide Aeste zusammen entsprechen den ventralen Hyparterialästen. Der Bronchus der Lungenspitze theilt sich wiederum in zwei Aeste, einen vorderen (Bronchus apicis anterior) und einen hinteren (Bronchus apicis posterior), welch letzterer sich so schnell theilt, das es den Anschein hat, als entständen aus dem Bronchus apicis drei Zweige. Der eine Ast desselben liegt innen und geht nach aussen aufwärts und etwas nach hinten, der andere geht mit seinem starken vorderen Ast nach aufwärts und seinem schwächeren hinteren nach aufwärts und hinten. Dieser versorgt den hinteren steilen Abhang der Lungenspitze, jener die vordere Hauptmasse und den höchst gelegenen Theil. Was dann den hinteren, den dorsalen Zweig (Bronchus eparterialis posterior) des eparteriellen Seitenbronchus betrifft, so zerfällt derselbe in einen vorderen, äusseren und in einen hinteren, inneren Nebenast, welch' ersterer zugleich etwas tiefer liegt, als letzterer. Beide vertheilen sich, und zwar der innere in dem Abschnitt des oberen Lungenflügels, welcher in den Winkeln der drei oberen Rippen liegt, der äussere dagegen in der hinteren Hälfte des Seitentheiles desselben. Die Endverzweigungen aller Aeste sind alle leicht concav abwärts gebogen.

Das hyparterielle Bronchialsystem der rechten Lunge beginnt unmittelbar unter dem hinteren Theil der oberen Grenzfurche des mittleren Lungenlappens (Fig. 2), in der Achsellinie, und zwar mit dem ersten ventralen Seitenbronchus, welcher ausschliesslich für den mittleren Lappen bestimmt ist. Derselbe ist anfänglich wiederum leicht abwärts geneigt und krümmt sich dann aufwärts, wenn auch nicht in dem Grade, wie der eparterielle. Er verläuft nach aussen und vorne und zerfällt in einen etwas höher gelegenen, inneren vorderen und einen etwas tiefer liegenden, äusseren hinteren Ast. Diese verlaufen im Wesentlichen horizontal. Beide Nebenbronchi theilen sich dann wieder in einen oberen und unteren Zweig und deren Ausbreitungen sind wiederum leicht nach abwärts gebogen. Der

innere, vordere Nebenbronchus versorgt die bis zur Mamillarlinie an der vorderen Brustwand gelegenen Theile des mittleren Lungenlappens, während der äussere hintere in die der seitlichen Brustwand bis zur Achsellinie angelagerten Massen desselben tritt. Die inneren Endverzweigungen des vorderen Nebenbronchus zeigen sich einwärts gekrümmt, und das entspricht den Verhältnissen der sich um die Vorderfläche des Herzbeutels herumschlagenden Theile des mittleren Lungenflügels (Fig. 1).

Was nun den unteren Lappen betrifft, so treten mit dem Stammbronchus ja die übrigen Seitenbronchen, einschliesslich des Bronchus cardiacus (Fig. 2) hinein. Wie ich bereits hervorhob, ist es schwer in demselben die ursprüngliche Anordnung des Bronchialbaumes wieder zu erkennen, umsomehr, weil die dem Endtheil des Stammbronchus aufsitzenden Seitenäste statt in der sagittalen Ebene wie oben zu stehen, an demselben mehr in die frontale Ebene verschoben sind (Fig. 4), und weil dieselben mit dem Stammbronchus nahezu gleiches Kaliber besitzen. Man unterscheidet ausser dem ersten dorsalen, hyparteriellen Seitenbronchus und dem Herzbronchus am Stammbronchus (Fig. 4), welcher der Mitte der hinteren Fläche des Lungenlappens angehört, und dem entsprechend nach abwärts und aussen verläuft, am besten nur einen äusseren und inneren Seitenbronchus, von denen der erstere als der zweite ventrale, der letztere als der zweite hyparterielle Seitenbronchus anzusehen ist. Alle diese Luftröhrenäste senken sich im Gegensatz zu den oberen stark nach unten und desto mehr, je weiter nach abwärts dieselben von dem Stammbronchus entspringen.

Der dorsale, erste hyparterielle Seitenbronchus (ramus dorsalis) (Fig. 2), welcher dem ventralen ersten des mittleren Lappens gegenüber, nur etwas tiefer entspringt, senkt sich am Anfange und ist nur an seinem Ende ein wenig nach aufwärts gebogen. Er theilt sich in einen schwächeren, inneren und einen etwas stärkeren, äusseren (Fig. 4) Nebenbronchus, welcher den im Bereich der Basis der Untergrätengrube gelegenen, oberen hinteren Abschnitt des Lungenflügels versorgt. Die Ausbreitung der beiden Theiläste geschieht im Wesentlichen in der Richtung nach hinten aussen und nach hinten innen. Ja ein Theilast des inneren Nebenbronchus schlägt sogar an der inneren Fläche der Lunge die Richtung nach vorne und abwärts ein.

Der Herzbronchus (Bronchus cardiacus) (Fig. 2) entspringt einen halben Centimeter unter dem ersten hyparteriellen Seitenbronchus, innen vorne am Stammbronchus und verläuft steil nach abwärts und vorne und zugleich etwas nach innen, um sich dann in einen vorderen, inneren und hinteren, äusseren Nebenbronchus zu theilen. Die inneren Aeste dieser beiden Bronchen laufen stark medianwärts concav nach abwärts, während die äusseren weniger steil abwärts und nach vorne steigen. Es ist der innere vordere Theil des rechten unteren Lungenflügels, welcher dem Herzen

anliegt, der von ihm versorgt wird, und so erklären sich auch die inneren Krümmungen.

Der äussere Endbronchus, wie ich ihn nennen möchte (Bronchus terminalis externus) (Fig. 4), versorgt in einem steil nach abwärts und aussen gehenden Verlauf die der seitlichen Brustwand angelagerten Theile des unteren Lungenlappens, während der innere (Bronchus terminalis internus) nach hinten abwärts verlaufend einen Theil der Hinterfläche und den hinteren Theil der inneren Lungenfläche versorgt. Die Zweige, welche zu dem letzteren Lungenabschnitt gehen, steigen dabei viel weniger abwärts als die anderen.

Was nun die linke Lunge betrifft, so wird dieselbe in ihrem oberen Lappen zunächst von dem ersten hyparteriellen, ventralen Seitenbronchus (Fig. 3) (Bronchus primus ventralis hyparterialis) versorgt, und scheint damit dem mittleren Lappen der rechten Lunge homolog. Physiologisch entspricht er auch dem oberen Lappen derselben, da seine Bronchialverzweigung Verhältnisse darbietet, welche durchaus den bereits beschriebenen eparteriellen entsprechen. Derselbe ist anfänglich abwärts seitwärts geneigt, gerade wie der eparterielle Bronchus der rechten Seite und tritt 11·5 cm unterhalb der höchsten Spitze der Lunge in dieselbe hinein, und zwar mit einer hakenförmigen, nach aufwärts gerichteten Biegung. Er theilt sich dabei in einen in der ursprünglichen Richtung nach abwärts gehenden, vorderen unteren und einen stark hakenförmig nach oben gekrümmten, hinteren, oberen Nebenbronchus (Bronchus apicis). Der letztere entspricht dem eparteriellen Bronchus rechts, während der erstere dem Bronchus des mittleren Lungenlappens gleichwerthig erscheint. Er ist aber ausgebreiteter und stärker wie dieser, während der Spitzenbronchus viel schwächer ist, als der Bronchus eparterialis, an Stärke nur dessen Bronchus apicis gleichkommt. Der Spitzenbronchus breitet sich übrigens mit denselben Aesten wie der Bronchus eparterialis, einem vorderen und hinteren aus, nur krümmt er sich stärker aufwärts und er versorgt den vorderen oberen und hinteren Theil der Lungenspitze, während ja der eparterielle Bronchus rechts den ganzen rechten, oberen Lungenlappen versorgte.

Der vordere, untere, innere Nebenbronchus breitet sich in sämmtlichen übrigen Theilen des oberen linken Lungenflügels, in seiner Hauptmasse aus. Er verläuft, wie bereits erwähnt (Fig. 3), in der Richtung des Seitenbronchus und theilt sich alsbald in einen äusseren, oberen und einen inneren und unteren Ast. Der erstere entspricht in seiner Verlaufsweise durchaus dem Bronchialast des mittleren Lappens der rechten Lunge, insofern er sich mit einem hinteren Theilast in die Seitentheile des Lungenflügels, mit einem vorderen in den vorderen oberen Abschnitt desselben begiebt. Was ist nun aber der untere Ast? Ich kann denselben (Figg. 2 u. 3) nur dem Bronchus

cardiacus der rechten Seite gleichsetzen, weil die Ausbreitung und die Art des Verlaufes in den vorderen seitlichen und inneren um das Herz sich herumschlagenden Theilen des oberen Lungenflügels mit der lingula dieselbe ist. Da nun His nachgewiesen hat, dass der Bronchus cardiacus eine eigene, frühzeitig auftretende und dem Stammbronchus des rechten unteren Lungenflügels angehörige Bildung ist, welche der linken Seite nicht zukommt, so kann man annehmen, dass die entsprechenden Theile des unteren Lungenlappens rechts, auf der linken Seite mit dem oberen Lungenflügel verbunden sind. Das Verhältniss lässt sich aber auch so ausdrücken, dass wie der linken Lunge ein oberer eparterieller Lappen fehlt, so fehlt derselben am unteren Lappen ein Herzabschnitt.

Thatsächlich verhalten sich die Dinge wie folgt:

Der obere Lappen der linken Lunge ist gleich dem mittleren Lappen der rechten und dem Herzabschnitt des unteren Lungenflügels rechterseits. Der untere Lappen der linken Lunge ist gleich dem unteren Lappen der rechten Lunge, abzüglich des Verbreitungsgebietes des Herzbronchus. Da nun der obere Lappen der rechten Lunge vollkommen eigenthümlich, so folgt aus allem, dass alle Lungenflügel asymmetrisch sind. Demnach müssen auch die Hauptfurchen der Lungen asymmetrisch sein, und zwar muss, da der obere Theil der rechten Lunge mehr umfasst als der linke, die Hauptfurche rechts, hinten tiefer stehen, als links, vorne dagegen höher, weil der Herzbronchus dem unteren rechten Lappen zukommt, dem linken dagegen fehlt.

Für den unteren Lappen der linken Lunge bleibt also das Ende des Stammbronchus mit den zweiten bis vierten ventralen und dorsalen hyparteriellen Seitenbronchi und dem ersten dorsalen übrig, und deren Verlauf, Stellung und Vertheilung ist die gleiche, wie bei den entsprechenden auf der rechten Seite. Sie stehen am Stammbronchus ebenfalls wesentlich in der frontalen Ebene, und zwar die unteren mehr, als die oberen.

Fasse ich nun weiter die wichtigsten Resultate zusammen so ergiebt sich folgendes:

Das Bronchialsystem des oberen Lappens links, des oberen, mittleren Lappens und des vorderen inneren Theiles (Herzabschnitt) des unteren Lungenflügels rechts findet seine Hauptverbreitung in sagittaler, von hinten nach vorne gehender Richtung, während das System der übrigen, der unteren hinteren Lungenparthien wesentlich in frontaler Ebene steht. Die Ausbreitung in der Lungenspitze erfolgt auf beiden Seiten nach oben, vorne und hinten, in den übrigen Theilen des rechten,

des linken, des mittleren und des vorderen inneren Theiles des rechten, unteren Lungenflügels nach aussen, vorne und oben, während dagegen im unteren Lungenflügel links und in den äusseren, hinteren zwei Dritteln des unteren Lungenflügels rechts die Ausbreitung nach abwärts, aussen und von oben nach unten immer weniger nach hinten, desto stärker aber nach aussen abwärts erfolgt.

Woher nun diese eigenthümliche, gesetzmässige Ausbreitung des Bronchialsystems in den Lungen des erwachsenen Menschen? Ich habe ja bereits in meinem grossen Werke ausdrücklich hervorgehoben, dass das mit der Bewegungsrichtung der einzelnen Punkte der im Bereiche der Lungen liegenden Brustwände zusammenhängt. Allein nicht nur die Einathmung, auch die Ausathmung übt ihren Einfluss, erstere aber in einem viel höheren Maasse, als letztere. Die Luftröhrenäste gehen oben nach aufwärts, entsprechend der Hebung des Brustkorbes, die unteren nach abwärts, weil dieselben unter dem Einflusse des sich senkenden Zwerchfelles stehen, und zwar desto mehr, je weiter nach abwärts die Bronchialzweige entspringen. Die oberen Luftröhrenzweige, bis zum Bronchus cardiacus einschliesslich, verlaufen wesentlich in sagittaler Richtung, weil die Erweiterung der vorderen, oberen Brusträume wesentlich in der sagittalen Richtung vor sich geht, während sie in den unteren Abschnitten frontal gestellt sind, weil die Haupterweiterung der entsprechenden Brustabschnitte, abgesehen von unten, hauptsächlich in querer Richtung erfolgt. Die Bronchien zeigen eine desto ausgiebigere Knickung gegen ihre Stämme, je ausgiebiger die Bewegungen der entsprechenden Brust- und Lungenabschnitte, und je mehr die Bewegungsrichtung der des Stammbronchus entgegengesetzt ist, und die Knickung ist desto geringer, je geringer die Bewegung, und je mehr dieselbe in der Richtung des Stammbronchus erfolgt. Dem entsprechend sind die Knickungen oben stärker, unten am schwächsten. Ferner ist das Kaliber der Bronchen dort am grössten, wo die Bewegungen der Lungenparthien und der Brustwände am ausgiebigsten sind, desto kleiner; je weniger ausgiebig die Bewegung ist. Dem entsprechend sind die vorderen oberen und seitlichen Luftröhrenäste stärker, als die hinteren inneren, ganz entsprechend meinen bildlichen Darstellungen der Athembewegungen und dem von Braune und Stahel gefundenen Gesetz, dass die Grösse des Querschnittes eines Bronchus von der Grösse des Luftvolums abhängt, welches durch denselben geht. Wächst das Luftvolum, so wächst auch die Grösse des Querschnittes des Bronchus und umgekehrt. Ich denke ein Blick auf die Zeichnungen (Figg. 1, 2, 3, 4) wird diesen Einfluss der Athembewegungen an den verschiedensten Punkten klar zu Tage treten lassen.

Ich meine nun aber, auch die Exspirationsbewegungen beeinflussen den Bau des Bronchialbaumes, allein, wie das natürlich ist, wesentlich nur in den peripheren, der Oberfläche der Lungen und den Brustwänden nahe gelegenen Abschnitten. Die Abwärtskrümmung der Bronchialzweige in den vorderen oberen Parthien der Lunge kann ich nur auf die Senkung des Brustkorbes, die nach abwärts, vorne und innen gerichtete Krümmung der peripheren unteren Luftröhrenäste nur auf die starke Aufwärtswölbung des Zwerchfells bei der Ausathmung zurückführen. Der Bau der erwachsenen Lunge ist also nicht ein Spiel des Zufalls, sondern folgt streng den mechanischen Verhältnissen der Brustwände und ist an jedem einzelnen Punkte der Lunge davon abhängig.

Ist nun dieser Bau der erwachsenen, menschlichen Lungen auch nachweisbar bei denjenigen Lungen, welche noch nicht geathmet haben? Darauf geben die Lungen des Neugeborenen (Figg. 5, 6, 7, 8) und die der Föten bis zum Anfang des zweiten Monats zurück, klare Auskunft. Ist der Bau im Wesentlichen derselbe, dann ist damit bewiesen, dass die Tendenz zu dem bei dem Erwachsenen von der Athmung abhängigen Bau der Lungen sich auf die nicht athmende Lunge vererbt hat, dass also erworbene Eigenschaften stabil geworden sind, obgleich deren Ursachen nicht wirken.

In meinem grossen Werke und später auf dem internationalen medicinischen Congresse in Berlin, hob ich bereits hervor, dass die Lungen des Neugeborenen, welche noch nicht geathmet haben, im Wesentlichen ebenso gebaut sind, wie die des Erwachsenen. Auch in der nicht athmenden Lunge gehen die Stammbronchi (Figg. 6, 7, 8) nach abwärts hinten und etwas auswärts, die Hauptäste für die Lungenspitze nach aufwärts, die für den vorderen, seitlichen Theil des oberen Lungenlappens links, des mittleren Lappens rechts und des vorderen Theiles des rechten, unteren Lungenflügels nach abwärts, aussen, die Aeste dagegen für den unteren, linken und für den grössten Theil des unteren, rechten Lungenlappens nach abwärts hinten, und wie man sieht, entspricht das der Hebung des Brustkorbes und der Senkung des Zwerchfelles, wie auch die Seitenhebung des Brustkastens durch den seitlichen Verlauf der unteren Nebenbronchialäste angezeigt wird.

Dennoch ist zwischen dem Bronchialbaum der nicht athmenden Lunge eines Neugeborenen und der Athmungslunge des Erwachsenen ein ganz bedeutender und wichtiger Unterschied. Die nur wenig ausgeprägte exspiratorische Krümmung der peripheren Bronchialäste fehlt, wobei wohl zu merken, dass die durch das Herz bedingten Krümmungen vorhanden sind, allein es herrscht auch im Einzelnen ein ganz bemerkenswerther Unterschied in der Stellung der Seitenbronchi. Sie stehen nicht wie bei dem Erwachsenen, die oberen in der sagittalen, die unteren in der frontalen Ebene, son-

dern sie verlaufen alle nahezu gleich von hinten innen, nach vorne und aussen, die oberen aber etwas mehr der sagittalen, die unteren etwas mehr der frontalen Ebene genähert. Ferner zeigt sich ein nicht unbedeutender Unterschied in der Stellung der einzelnen Luftröhrenäste. Dies zeigt sich einmal an dem eparteriellen, rechten Bronchus und an dem für die linke Lungenspitze bestimmten Luftröhrenzweige (Figg. 6, 7). Das ganze System des eparteriellen Bronchus ist statt aufwärts gehend wie bei Erwachsenen nach vorne übergedreht, und zwar so, dass der vordere Ast sich nach vorne abwärts, der hintere nach hinten aufwärts erstreckt und der für die Lungenspitze bestimmte Ast nicht senkrecht, sondern nach vorne aufwärts verläuft. Bei dem Eintritt der Athmung bis zum erwachsenen Alter, muss somit eine Aufrichtung, eine Drehung in sagittaler Ebene um die Axe des eparteriellen Bronchus stattfinden. Links ist das Verhältniss ein ganz anderes. Der dem eparteriellen Bronchus entsprechende Ast der Lungenspitze (Bronchus apicis) (Fig. 7), ist im Gegensatz zu rechts nach hinten aussen und etwas nach oben gerichtet. Dafür zeigt aber der dem Bronchialsystem des mittleren, rechten Lungenflügels entsprechende Ast einen stark aufsteigenden, statt wie bei den Erwachsenen, einen nahezu horizontalen Verlauf. An der linken Lunge muss also eine Drehung der Lungenspitze in der sagittalen Ebene nach vorne hin und damit ein Abwärtsgehen des Bronchialsystems der vorderen oberen Theile des oberen, linken Lungenflügels bis zum erwachsenen Alter erfolgen. Dieser Unterschied lässt sich namentlich auch an der Lungenoberfläche Neugeborener deutlich nachweisen (Fig. 6, 7). Die Lungenspitze rechts sieht mehr nach vorne, die Lungenspitze links mehr nach hinten. Vergebens habe ich mich bemüht die wirklichen Gründe für dieses eigenthümliche asymmetrische Verhalten zu finden. Auf die Wahrscheinlichkeitsgründe werde ich nachher zu sprechen kommen.

Mit diesen Aenderungen in der Stellung des Bronchialsystemes, namentlich der Lungenspitzen, verändert sich nun aber auch die Krümmung des Hauptbronchus und sein Kaliber wird bis zum erwachsenen Zustande relativ grösser. Es findet also eine Entfaltung des Bronchialsystemes der Lungenspitzen nach aufwärts statt. Das muss als besonders wichtig hervorgehoben werden, weil dieses überwiegende Wachsthum der Lungenspitze ja zur Zeit der Pubertät und zwar in einem verhältnissmässig kurzen Zeitraume stattfindet, und sich daraus dann die grosse Vulnerabilität der Lungenspitzen von der Zeit der Pubertät (16 Jahr) bis zum erwachsenen Alter (21 Jahr) recht wohl erklärt. Vor der Pubertät bleiben die Lungenspitzen in ihrem Wachsthum und damit auch in ihrem Luftgehalt zurück, dann erst spielen sie im Wachsthum die Hauptrolle und damit entfaltet sich auch regelrecht der obere Theil des Brustkastens.

Bei der Richtung des eparteriellen Bronchus der Neugeborenen nach

vorne, des entsprechenden Bronchus der linken Lungenspitze nach hinten, ist es erklärlich, dass die Hauptfurche der rechten Lunge steiler ansteigt, als die auf der linken Seite, und dass jene hinten höher steht, als diese.

Bis zum erwachsenen Alter müssen nun aber mit der Aufrichtung des oberen Theiles der rechten Lunge weitere Veränderungen vor sich gehen.

Beim Neugeborenen muss in Folge der Richtung des eparteriellen Bronchus der Bronchus des mittleren Lappens sich weit stärker neigen, und bis zum erwachsenen Zustande muss dieser also allmählich gehoben werden. Dem entsprechend muss sich auch das Bronchialsystem des unteren Lappens, ganz besonders des Herzbronchus, mehr nach vorne entfalten, und das hat dann weiter zur Folge, dass die rechte Hauptfurche der Lunge hinten sinkt, vorne sich hebt und somit bei Erwachsenen einen weit weniger steilen Verlauf nimmt, als bei den Neugeborenen.

Anders stellen sich die Verhältnisse auf der linken Seite. Der dem Bronchus des mittleren Lungenflügels und der dem Herzbronchus rechts entsprechende Luftröhrenzweig versorgt ja namentlich den ganzen vorderen seitlichen Theil des oberen Lungenflügels. Mit der Drehung der Lungenspitze nach vorne und deren Entfaltung aufwärts, muss, wie bereits erwähnt, namentlich der obere Theil dieses Bronchialsystemes aus der steil aufsteigenden Richtung in die Horizontale nach abwärts gedrängt werden, und das muss seinen Einfluss auf die Lungenfurche, wie es auch thatsächlich der Fall, in dem Sinne ausüben, dass dieselbe bis zum erwachsenen Zustande hinten sich hebt, vorne sich senkt und somit bei Erwachsenen steiler wie bei Neugeborenen verläuft.

Es fragt sich nun aber weiter, ob sich bereits bei der ersten Anlage des Systemes der Seitenbronchi eine Beziehung zu der Mechanik der Brustwände nachweisen lässt, und ich glaube in der That, dass das der Fall ist, und dass die His'schen Figuren sehr wohl zum Beweise hierfür herangezogen werden können. Dabei bleiben aber, wie ich noch einmal ausdrücklich hervorheben möchte, die Veränderungen, welche die Lungentheile von ihrem Entstehen bis zur Geburt durchmachen, und die Unterschiede, welche in dieser Beziehung rechts und links bestehen, unaufgeklärt.

Sowie das Bronchialsystem in Gestalt der Knospen an den primären Lungensäcken auftritt, zeigt sich die Trennung in ein aufwärts, in ein nach vorne und ein nach hinten, abwärts gerichtetes System und dem entsprechend bereits die Andeutung in ein oberes, vorderes seitliches und hinteres unteres Lungengebiet (Fig. 6, His) wie es bei Erwachsenen der Bewegung des Brustkorbes und des Zwerchfells entspricht. Die eparterielle Oberknospe des rechten primären Lungensackes ist aufwärts gerichtet, während die Seitenknospe, welche dem Bronchialsystem des mittleren Lungenlappens

zu Grunde liegt, sich wesentlich in horizontaler Richtung von vorne nach hinten erstreckt. Die Endknospe des Bronchialgebiets des unteren Lungenlappens verläuft dagegen nach abwärts und hinten (Fig. 9, His). Links zeigt sich statt dessen an der Seitenknospe, der Anlage des Bronchialsystemes des linken oberen Lappens ein nach aufwärts und ein nach abwärts vorne gerichteter Abschnitt (Fig. 8, His). Ersterer ist der Oberknospe rechts, also dem eparteriellen Bronchus gleichwerthig und verläuft sowie diese. Letztere entspricht (Fig. 6 u. 8, His) in ihrer Richtung der gleichwerthigen Seitenknospe des rechten primären Lungensackes. Die Endknospe verhält sich dann genau so, wie auf der rechten Seite.

In dem nächstfolgenden Stadium (Figg. 9, 10, 11, His), wenn die Knospen sich sondern und wirkliche Röhren auftreten, wenn also die Stammbronchen und die Seitenbronchi sich zu entwickeln anfangen, zeigen sich die soeben erwähnten Richtungen noch deutlicher, allein gleichzeitig gehen Richtungsänderungen vor sich, wie man deutlich aus den His'schen Figuren 7—19 ersehen kann und welche man wohl mit den Eingangs erwähnten, durch das Herz bedingten Stellungsverhältnissen und Stellungsänderungen der primären Lungensäcke und des rechten und linken Stammbronchus erklären kann, mit der anfänglichen Hebung des rechten Organes und später der Senkung rechts, der Hebung links. Thatsächlich ist der eparterielle Bronchus nach hinten und aufwärts gerichtet (Hebung), ganz im Gegensatz zu seiner Richtung in der Lunge der Neugeborenen (Senkung), und er entspricht damit dem Verhalten des entsprechenden Luftröhrenastes auf der linken Seite.

Hand in Hand mit der Entwicklung des Luftröhrenastes, welcher die vorderen, seitlichen Abschnitte des oberen, linken Lungenflügels versorgt, zeigt sich (Fig. 11, His) nun aber die Andeutung einer Trennung in einen oberen und mittleren Lappen, eine Trennung, die auch in dem nächstfolgenden Stadium (Fig. 15 u. 17, His) undeutlich nachzuweisen ist, später aber fast vollkommen verschwindet. Dieser Trennung entspricht bei der erwachsenen Lunge der obere Theil der incisura lobularis und es ist ja bekannt, dass bei Neugeborenen (Fig. 7) zu dieser sich oft noch eine wirkliche, wenn auch unvollständige Furche nach Art der mittleren Lungenfurche rechts gesellt. Mit dieser ist dann eine äussere Symmetrie der Lungenoberfläche hergestellt. Weiter zeigt sich aber (Fig. 9 u. 10, His). dass ursprünglich der Bronchus cardiacus rechts in den Bereich des mittleren Lappens fällt und daraus folgt meines Erachtens, dass derselbe erst nachträglich in den rechten unteren Lappen rückt, dass also das Verhalten auf der linken Seite, die Verbindung desselben mit dem ersten ventralen, hyparteriellen Bronchialast und zwar dem dem Bronchus des mittleren Lappens entsprechenden Zweige desselben das Primäre ist, und dass somit

Aeby vollkommen Recht hat, wenn er diesen Bronchus als Nebenbronchus bezeichnet und behauptet, dass derselbe erst nachträglich auf den Stammbronchus gerückt sei.

Habe ich nun somit, wie ich glaube, in befriedigender Weise den Bau der Lungen und die Ursachen desselben auseinandergesetzt, so glaube ich, darf ich zum Schluss noch einmal an die entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen anknüpfen und dieselben in stammesgeschichtlicher Beziehung verwerthen.

Worauf weist die ursprüngliche Anordnung des menschlichen Bronchialbaumes und worauf weisen die Aenderungen, namentlich in der Richtung der Zweige desselben hin? Ich meine, wenn man es als richtig anerkennt, dass die Tendenz zu dem von den mechanischen Verhältnissen der Brustwände abhängenden Baues vererbt worden ist, so muss man sagen, sie weisen auf die Form der Athmung bei den frühesten Vorfahren der Menschen unter den Amnioten hin und auf die Aenderungen, welche die Athmung in der Vorfahrenreihe allmählich erfahren hat. Die Hauptrichtung der Luftwege geht anfänglich nach abwärts und hinten. Ich meine daraus folgt, dass bei den Vorfahren des Menschen zuerst die Zwerchfellathmung eine Hauptrolle spielte. Dann entwickelt sich das System der abwärts seitwärts gehenden Aeste und zwar von oben nach unten in steigendem Maasse. Daraus folgt für mich, dass in immer steigendem Maasse die Brustathmung hinzutritt, welche hauptsächlich in den unteren oder besser gesagt hinteren Parthien des Brustkorbes ausgiebig, im Bereich der oberen oder vorderen Brustapertur dagegen am wenigsten ausgiebig ist. Allmählich betheiligt sich in immer steigenden Maasse der obere oder vordere Brustabschnitt an der Athmung und dann sehen wir einen Athmungsmodus, wie er bei dem Menschen sich geltend macht. Dieser Entwicklungsgang des Athmens und der Athembewegungen meine ich entspricht durchaus dem Gange der Entwicklung der luftführenden Theile, wie ich ihn auseinandergesetzt habe und den Thatsachen, welche Aeby von dem Bau des Bronchialbaumes der Thiere gefunden hat.

Breslau, September 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIX.

Lungen eines erwachsenen Mannes.

Taf. XX.

Lungen eines neugeborenen Kindes, welches noch nicht geathmet hatte.

Taf. XXI.

Buchstabenerklärung.

br. epart. ant. = Vorderer eparterieller Seitenbronchus.
br. epart post. = Hinterer eparterieller Seitenbronchus.
br. ap. dextr. = Bronchus der rechten Lungenspitze.
br. ap. sin. = Bronchus der linken Lungenspitze.
br. ap. ant. = Vorderer Bronchus der linken Lungenspitze.
br. ap. post. = Hinterer Bronchus der linken Lungenspitze
br. hypart. ventr. I. = Erster ventraler hyparterieller Bronchus.
br. hypart. dors. I. = Erster dorsaler hyparterieller Bronchus.
br. card. = Herzbronchus.
br. princip. = Stammbronchus.
br. term. ant. = Vorderer Endbronchus.
br. term. post. = Hinterer Endbronchus.

Zur allgemeinen Morphologie des Gehirns.[1]

Von

Wilhelm His.

Buchstabenbezeichnungen der Figuren 1—36.

B. = Basilarleiste.
Br. = Brückenkrümmung.
C. a. = Commissura anterior.
C. m. = Corpus mammillare.
C. o. = Chiasma opticum.
C. p. = Commissura posterior.
C. st. = Corpus striatum.
E. = Eminentia interpeduncularis.
Ep. = Epiphyse (v. E. = vordere, h. E. = hintere Epiphyse)
F. = Frontallappen.
F. ch. = Fissura chorioidea.
F. i. = Fossa interpeduncularis.
F. s. = Fossa supramammillaris.
Hb. = Haubenwulst.
H. Cb. = Hemisphäre des Cerebellum.
Hh. = Hinterhirn.
Hp. = Hypophyse.
Hs. = Hemisphäre des Grosshirns.
I. = Isthmus.
Kn. = Knie des Hinterhirns.
L. t. = Lamina terminalis.
M. = Mammillarkörper.
Mh. = Mittelhirn.
M. o. = Medulla oblongata.
Ms. = Mittelstück, bez. Knie des Kleinhirns.
O. = Occipitallappen.
P. = Parietallappen.
P. s. = Pars subthalamica des Vorderhirns.
R. = Riechlappen. (v. R. = vorderer, h. R. = hinterer Riechlappen)
R. g. = Recessus geniculi.
Rh. = Rautenhirn.
Rht. = Rachenhaut.
R. i. = Recessus infundibuli.
Rl. = Rautenlippe.
Rm. = Recessus mammillaris.
R. o. = Recessus opticus.
S. M. = Sulcus Monroi.
Sp. = Sattelspalte.
St. = Stiel des Streifenhügels.
S. T. = Seessel'sche Tasche.
S. v. = Saccus vasculosus.
T. = Temporallappen.
T. c. = Tuber cinereum.
Th. = Thalamus opticus.
Uk. = Unterkiefer.
V. c. = Valvula cerebelli.
Vh. = Vorderhirn.
Z. = Zirbelanlage.
Zh. = Zwischenhirn, bez. Decke desselben.

[1] Im nachfolgenden theile ich den mit einigen Zusätzen versehenen wissenschaftlichen Theil meiner zur Eröffnung der anatomischen Versammlung in Wien gehaltenen Rede ab, und ich füge diesmal die Abbildungen bei, welche ich aus verschiedenen

Man sollte denken, dass seit den grundlegenden Untersuchungen von C. E. von Baer und von Johannes Müller die allgemeine Morphologie des Gehirns endgiltig festgestellt sein muss. Eine unübersehbare vergleichend anatomische und embryologische Litteratur behandelt bald einzelne, bald grössere Gruppen von Gehirnformen. Unter den älteren Forschern hat Rathke vom Gediegensten geliefert, was wir an vergleichend embryologischer Hirnforschung besitzen, und unter unseren Zeitgenossen verdient Stieda durch die umfassende vergleichend anatomische Basis, die er seinen Arbeiten gegeben hat, vorab genannt zu werden. Stieda hat auch zuerst die mikroskopische Untersuchung des Gehirns als Hilfsmittel zur Entscheidung morphologischer Fragen verwendet. Aus den letzten Jahrzehnten sind als besondere Fortschritte auf dem Gebiete der Hirnmorphologie hervorzuheben: die Entdeckung des Hemisphärenmantels am Gehirn der Knochenfische durch Rabl-Rückhardt, die der Hypophysenbildung durch v. Mihalkovics und die Sonderung von zwei, örtlich verschiedenen Epiphysenformen durch A. Goette.

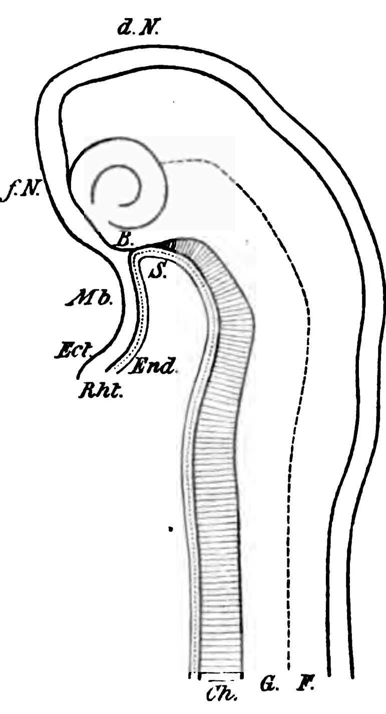


Fig. 1.
Schema zur Erläuterung des gebogenen Gehirnrohres und seiner Beziehungen zur Chorda dorsalis (Ch.), zur Seessel'schen Tasche (S.) und zur Rachenhaut (Rht.). d. N. dorsale Nath, f. N. frontale Nath, Mb. Mundbucht, G. Grundplatte, F. Flügelplatte.

Trotz aller der geleisteten Arbeit weist indessen die morphologische Gehirnlitteratur bis in die neueste Zeit hinein so grosse Unklarheiten auf, dass der Eindruck entsteht, als sei das Verständniss des allgemeinen Gehirnbaues ebenso oft

Gründen dem im Versammlungsbericht gegebenen Abdruck nicht mitgeben konnte. Mein Material verdanke ich zum Theil dem Entgegenkommen der Leiter der zoologischen Station in Neapel. Die Herren A. Dohrn und P. Mayer sind während meines vorjährigen Aufenthaltes so gut gewesen, mir auch von ihren Schnittreihen zur Beobachtung anzuvertrauen. Von den Abbildungen dieses Aufsatzes sind die Figg. 4, 12, 13, 14 und 21 direct nach Praeparaten der genannten Herren gezeichnet. Die Embryonen von Petromyzonten habe ich gleichfalls aus Neapel bekommen, sie sind von Signore Lo Bianco gesammelt und nach seinen bewährten Methoden conservirt worden.

rückwärts, als vorwärts geschritten. Meines Erachtens liegt der Grund hiervon in der unzureichenden Berücksichtigung der frühen und der frühesten Entwicklungsstufen des Gehirns. Gerade in dem Studium der ersten Anfangsformen muss der Schlüssel gesucht werden für das Verständniss aller der späteren Mannigfaltigkeiten der Hirngestaltung.

Indem ich hier die allgemeine Morphologie des Gehirns zur Sprache bringe, muss ich, wenn meine Darstellung übersichtlich sein soll, von einem Eingehen auf Einzelnheiten und vor Allem von einem Eingehen auf die umfangreiche Litteratur absehen.

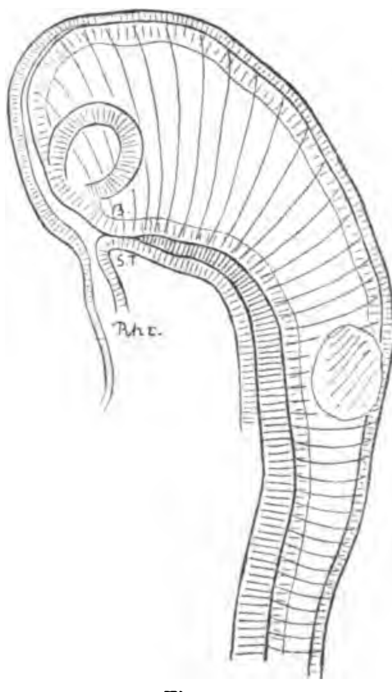


Fig. 2.
Kopf eines 2·6 mm langen Embryo von Pristiurus. Vergr. 66·6.

Das Gehirn erscheint gleich nach erfolgtem Schluss als ein gebogenes, durch seichte Einschnürungen in drei Hauptabschnitte gegliedertes Rohr. Wir unterscheiden daran einen vom Rumpf her sanft ansteigenden längeren Schenkel, das Rautenhirn und einen nach vorne hin rasch abfallenden und abgestutzt endigenden, das Grosshirn (das primäre Vorderhirn des Autoren). Den Uebergang beider Schenkel ineinander vermittelt das auf der Höhe des Bogens stehende Mittelhirn. Die Axenbiegung kommt der Medullarplatte schon zu, bevor sich dieselbe zum Rohr geschlossen hat und auch die Gliederung in drei Hauptabschnitte geht der Zeit des Schlusses voraus (Fig. 3).

Das Profil des Hirnrohres zeigt zu der Zeit des Schlusses zwei der Axe parallele Längsäume und einen senkrecht zu derselben stehenden Endsaum. Längs des ventralen Saumes verläuft, dicht anliegend, und gleichfalls im Bogen die Chorda dorsalis. Dieselbe erreicht die Endfläche nicht völlig, sie endigt verjüngt hinter einer an die letztere anstossenden Querleiste, der Basilarleiste (B. Fig. 1). Im Bereiche von dieser Leiste wird der Boden des Medullarrohres von einer Ausbuchtung des Vorderdarmes oder von einem davon abgehenden Endodermstreifen berührt. Die betreffende Ausbuchtung bezeichnen wir als Seessel'sche Tasche (S. Fig. 1 und Fig. 2).

Alle drei Säume des Medullarrohres entsprechen ursprünglichen Naht-

linien. Am längsten ist die dorsale Nath (d. N.) bekannt. Die ventrale oder neurochordale Nath ist zur Zeit noch von manchen Seiten her bestritten. Ich habe mich vor einem Jahre wieder darüber ausgesprochen und freue mich, dass neuerdings ein so anerkannter Theoretiker, wie Herr College O. Hertwig dafür eingetreten ist.[1]

Ungenügend gewürdigt ist auch die vordere oder frontale Endnath (f. N. Fig. 1). Sie entsteht durch Verbindung der vorderen Ränder der Medullarplatte und nimmt bei allen Wirbelthieren eine durchaus selbständige und charakteristische Stellung ein. Bei vielen Wirbelthierembryonen erhält sich in ihr eine Zeit lang eine nabelartige Unterbrechung, der sog. Neuroporus. Die vordere Endnaht führt gleich der dorsalen zu einer Trennung der Medullarplatte vom Hornblatt, neben ihr entstehen die beiden Riechgruben.

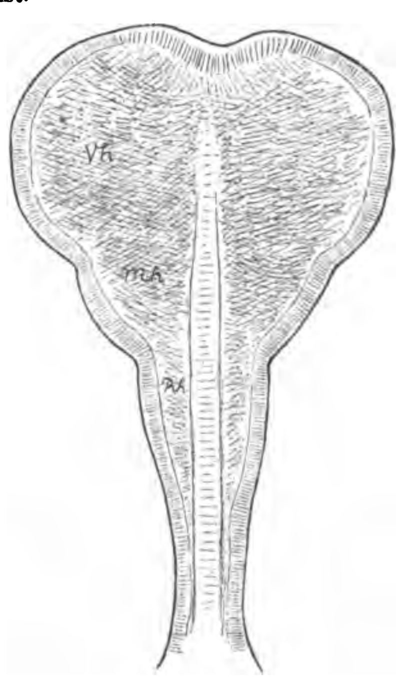


Fig. 3.
Ansicht eines Pristiurusembryo von 1·7 mm Länge mit noch ungeschlossener, aber bereits gegliederter Gehirnanlage. Vergr. 66·6.

Die ectodermale und die endodermale Berührungslinie treffen vor der Seessel'sche Tasche zusammen, und von hier ab nimmt die Rachenhaut (Rht. Fig. 1) ihren Anfang.

Die Wand des Medullarrohres ist in den an die Nahtlinien anstossenden Strecken im Allgemeinen dünner, als in den beiden Seitenwänden, die verdünnte Strecke der

[1] O. Hertwig ist durch Versuche über künstliche Missbildung von Froschlarven zur festeren Gestaltung seiner Ueberzeugung gelangt. Ebenso war schon vor ihm W. Roux durch das Gewicht experimenteller Thatsachen zur Annahme der Verwachsungslehre bei Batrachiern geführt worden. Hertwig geht indessen in Ausdehnung seiner Vorstellungen bedeutend weiter, als ich. Für ihn ist die neurochordale Naht auch bei höheren Wirbelthieren identisch mit einer Naht des Urmundes, und er wirft mir vor, dies nicht richtig erkannt zu haben. Der Gedanke, dass dem so sein könne, liegt ja, sowie man die Verhältnisse bei Knochenfischen und Selachiern kennt, nahe genug, auch hatten schon Balfour, obwohl er die Verwachsungslehre ablehnte, und mit ihm Rauber den Primitivstreifen höherer Wirbelthiere als eine besondere Form von Urmundbildung aufgefasst. Gegen die von Hertwig für höhere Wirbelthiere gewählte Form der Theorie lässt sich eben nur das Eine einwenden, dass sie nicht

ventralen Röhrenwand ist die sogenannte Bodenplatte, die der dorsalen die Deckplatte. Die verdünnten Nahtstrecken der vorderen Naht liegen im Boden des dritten Ventrikels und in der Lamina terminalis.

Im Bereiche des Gehirns scheidet sich jede Seitenwand frühzeitig durch eine Längsfurche in einen ventralen und einen dorsalen Abschnitt. In früheren Arbeiten habe ich diese Theile als Grundplatte und als

---

mit den Thatsachen übereinstimmt. Die Bildung des Primitivstreifens kann hier mit der Verwachsung des Urmundrandes nicht identificirt werden, weil sie in einer Zeit vor sich geht, wo die letztere schon vollendet sein muss. Ich halte es nach der Darstellung von Duval, und nach meinen eigenen Erfahrungen über herzförmig eingeschnittene Hühnerkeimscheiben für möglich und sogar für wahrscheinlich, dass sich auch beim Vogelkeim die Ausdehnung der Scheibe mit einer linearen Verwachsung der Urmundränder im Bereich des hinteren Abschnittes verknüpft. Das Endergebniss einer solchen Verwachsung, soweit eine solche erfolgt, ist aber die Bildung einer flachen Scheibe. Eine Hühnerkeimscheibe von ca. 5 mm Durchmesser muss, wenn die Voraussetzung richtig ist, eine vom hinteren Rand ausgehende Nahtlinie von etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2 mm Länge umschliessen, welche die Richtung der zukünftigen Körperaxe angiebt. Allein diese Linie ist nicht der Primitivstreifen, denn dieser entsteht als etwas Neues, auf Grund einer Faltenbildung, die entfernt vom zeitweiligen Rand ihren Anfang nimmt, und die überhaupt diesen Rand niemals erreicht. Die neu auftretenden Falten, Panders Primitivfalten, fassen die Primitivrinne zwischen sich, und durch die Zusammenschiebung ihrer medialen Ränder entsteht, meiner vorjährigen Darstellung zur Folge, der Primitivstreifen. Letzterer ist der Ausdruck der nun sich bildenden neurochordalen Naht. Die ihn bildenden Lippen können wir im Gegensatz zu den Urmundlippen als Primitivlippen bezeichnen. Ihr Schluss erfolgt nicht frei, wie z. B. beim Medullarrohr, sondern vom Grund aus ansteigend und daher wenig auffällig. Bei niederen Wirbelthieren bis zu den Amphibien fallen Neurochordalnaht und Naht des Urmundes zusammen. Bei höheren Wirbelthieren dagegen entsteht die Neurochordalnaht über der Urmundnaht und später als diese, oder wie ich dies im vorjährigen Vortrag ausgesprochen habe, dort liegt die embryobildende Falte am Rand der Keimscheibe, hier davon entfernt. — An der Hand der Verwachsungslehre wird auch das Verhalten des vorderen Chordaendes zur Seessel'sche Tasche verständlich. Letztere erscheint nicht nur topographisch, sondern auch genetisch als die Fortsetzung der letzteren. Soweit die Chorda reicht, scheidet sich die Primitivlippe in drei Theile, einen medullaren, einen chordalen und einen endodermalen. Je weiter nach vorne, um so schmaler wird der Chordaantheil, daher die Chorda sich durchweg an ihrem cranialen Ende zuspitzt. Schliesslich fällt in der allervordersten Strecke der chordale Antheil aus, und der medullare stösst unmittelbar an den endodermalen, letzterer wird zur Seessel'schen Tasche. Selenka hat bekanntlich bei Beutelthieren einen mit dem Vorderdarm zusammenhängenden Epithelialsack entdeckt, den er als Gaumentasche bezeichnet. Er bemüht sich zu zeigen, dass diese Tasche nicht mit der Seessel'schen Tasche zusammengebracht werden könne, sondern dass sie chordalen Ursprungs sei. Nachdem, was ich eben entwickelt habe, ist dies kein Gegensatz, denn nach meinem Dafürhalten gehören beide Bildungen genetisch zusammen. Die Seessel'sche Tasche ist, wenn man das so ausdrücken will, ein Stück ungeschlossener Chorda, oder die Chorda eine zugewachsene Seessel'sche Tasche.

Flügelplatte unterschieden (G. und F. Fig. 1). Die Grundplatte ist der ausschliessliche Bildungsherd motorischer Centren, aus ihr gehen in höher gelegenen Abschnitten die Gebiete der Brücke, der Hirnschenkel und der Pars subthalamica des Zwischenhirns hervor. Ihr entstammen am vordersten Hirnende die Augenblasen.

In der einfachen Grundform des gebogenen Rohres mit vorderer Endfläche finden wir das Gehirn bei den verschiedensten jüngeren Wirbelthierembryonen (Petromyzon, Frosch, Pristiurus, Hühnchen u. A. m.)[1] Sowie die Augenblasen abgeschnürt sind, vollzieht sich auch die Scheidung des secundären Vorderhirns vom Zwischenhirn. Die Trennungsfurche geht an der ventralen Seite hinter der Basilarleiste vorbei, und bald pflegt sich das Vorderhirn durch seine stärkere Auftreibung vor den dahinter liegenden Theilen auszuzeichnen. Wir können jetzt an ihm den Hemisphärentheil und den die Augenblase abgebenden Grundtheil unterscheiden. Auch an der Endfläche gliedern sich die beiden Abschnitte bestimmt von einander ab (Figg. 6, 7, 8). Der als Stirntheil vor dem Hemisphärenhirn liegende Abschnitt nimmt das über die Mundbucht frei hervorragende Gebiet des Stirnwulstes ein und steht Anfangs genau senkrecht zur Vorderhirnaxe. Der Grundtheil der Endfläche bildet mit dem frontalen einen stumpfen Winkel und liegt über dem Eingang und der Decke der Mundbucht. Der Grundtheil der Endfläche endigt mit der oben erwähnten

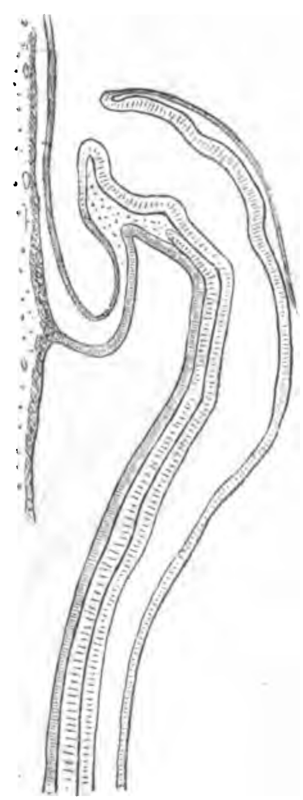


Fig. 4.
Gehirn von Torpedo ocellata mit noch klaffendem Neuroporus. Längsschnitt. Vergr. 53. Praeparat d. Zool. Station in Neapel.

[1] Für sehr junge Embryonen vom Kaninchen theilt Carius in seiner *Inaugural-Dissertation* (Marburg 1888) Zeichnungen von Längsschnitten mit. Besonders sind Fig. 14 und 15 mit obigen Figuren zu vergleichen.

Franz Keibel (*Dies Archiv*, 1889, Taf. XXXIII, Figg. 35—37) zeichnet für das Meerschweinchen Längsschnitte früherer Stufen, in denen die Chorda noch durchweg der Markplatte folgt. Fig. 37 zeigt auch eine Andeutung der Seessel'schen Tasche. Die Figg. 38 u. 39 von Taf. XXXIV zeigen bereits die Lösung der Chorda aus der Sattelspalte und Fig. 39 auch die Verdrängung ihrer Spitze vom Gehirn durch die dazwischen geschobene Hypophysentasche.

Basilarleiste und diese bildet auf früheren Entwicklungsstufen den Rand des Neuroporus.

Von allen Hirntheilen erfährt die Umgebung der vorderen Endfläche die wenigst tief greifenden Umbildungen, daher sie an Medianschnitten der verschiedensten Wirbelthierhirne und auf den verschiedensten Entwicklungsstufen mit ihren beiden Abschnitten leicht wieder zu erkennen ist. Das frontale Stück der vorderen Endfläche bildet eine etwas eingebogene Platte, die Lamina terminalis, an deren concaver Seite in weiter Verbreitung ein Querfaserzug, die Commissura anterior zur Entwickelung kommt. Die dorsale Grenze der Lamina terminalis ist am Menschenhirn anfangs durch das Hervortreten einer medianen Leiste bezeichnet, später fällt sie zusammen mit dem Beginn der Plexus chorioidei. 'Die basilare Grenze der Lamina terminalis liegt vor dem Eingang in den ursprünglichen Augenblasenstiel, dem sogen. Recessus opticus. Dahinter folgen eine einspringende Falte der Wand und eine zweite Bucht, der Recessus infundibuli. Unter der einspringenden Wandfalte tritt der Chiasma opticum auf. Das Gesammtgebiet der beiden Recessus, der Fundus basilaris, stellt sich als der Boden eines stumpf abgestutzten Trichters dar, der durch den einspringenden Chiasmawulst in eine vordere und eine hintere Abtheilung geschieden wird. Die vordere Wand dieses Trichters ist die Lamina terminalis, die hintere bezeichnen wir am Menschenhirn als Tuber cinereum. Beim erwachsenen Menschenhirn hat der Fundus

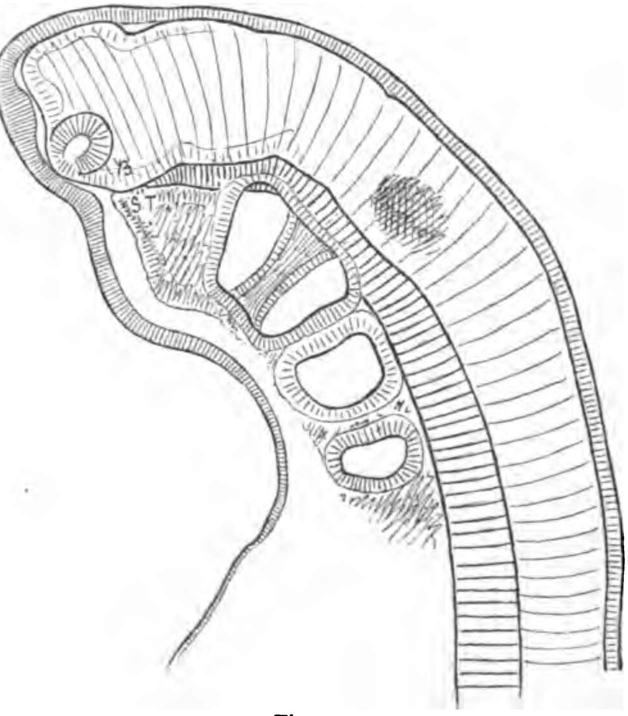


Fig. 5.
Kopfende eines Ammocoetes. Larve von $1^1/_2$ mm Länge. Vergr. 133·3.

basilaris die embryonalen Verhältnisse noch wesentlich beibehalten und er erscheint hier kurz. Dagegen streckt er sich bei niedrigen Wirbelthieren (Knochenfische, Selachier, Amphibien) mehr in die Länge, und hier bildet er mit der Lamina terminalis bald einen sehr stumpfen, bald auch einen annähernd rechten Winkel.

In der vorderen Endfläche endigt die Gehirnaxe und es bedarf einiger Verständigung darüber, wohin dies Ende zu verlegen sei. Im Anschlusse an v. Baer und Andere habe ich selber in früheren Arbeiten dies Ende in das Infundibulum oder richtiger ausgedrückt, in die Mitte der Basilarleiste verlegt. Andere, wie neuerdings Keibel, lassen die Gehirnaxe im Chiasma opticum auslaufen. Die Discussion darüber, wer mit seiner Behauptung im Recht sei, hat nur dann einen Sinn, wenn man zuvor festgestellt hat, was unter Gehirnaxe für eine Linie zu verstehen sei. Ich selber habe darunter stets die Mittellinie des Hirnbodens verstanden. Das heisst die Linie, welche, wenigstens auf früheren Stufen längs der Chorda, als der anerkannten Körperaxe verläuft. Diese basilare Axe endigt unzweifelhaft in der Basilarleiste. Versteht man dagegen unter Gehirnaxe eine Linie, welche der Mitte der Röhrenlichtung folgt, so wird diese mittlere Axe in einer Ebene liegen, welche die Grund- und die Flügelplatte des Gehirns von einander scheidet, und ihr Endpunkt trifft die vordere Endfläche im Recessus opticus, bez. dicht vor dem Ort des Chiasma opticum. Wollen wir zur basilaren und zur mittleren Axe noch eine dritte

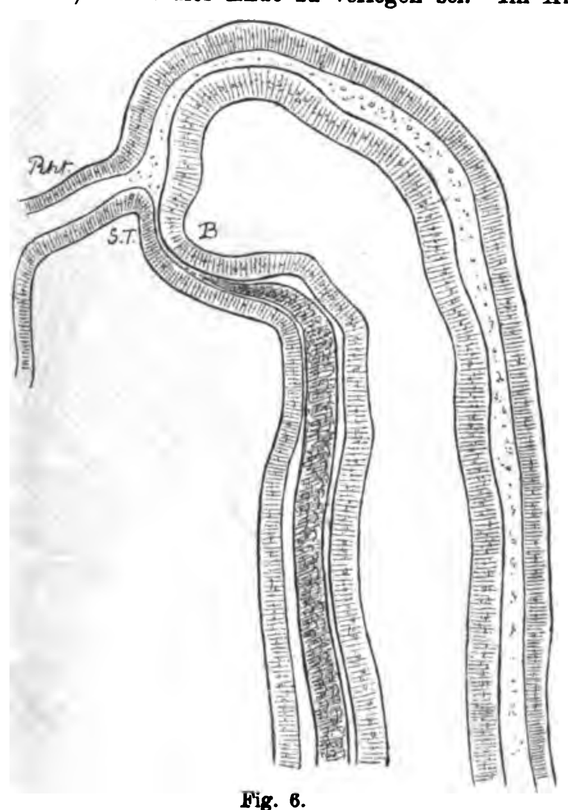


Fig. 6.
Kopfende einer Froschlarve von 3·5 mm Länge.
Vergr. 66·6.

dorsale Längsaxe oder Längslinie annehmen, so haben wir deren Ende am oberen Rande der Lamina terminalis zu suchen, vor der Stelle, wo die Fissura chorioidea ihren Anfang nimmt.

Die weitergehende Entwickelung des Hirnrohres ist stets mit Aenderung seiner Axenkrümmungen verknüpft. Im Allgemeinen nehmen die Krümmungen erst eine Zeitlang zu, um dann später wiederum abzunehmen. Beim menschlichen Gehirn z. B. findet sich die maximale Entwickelung

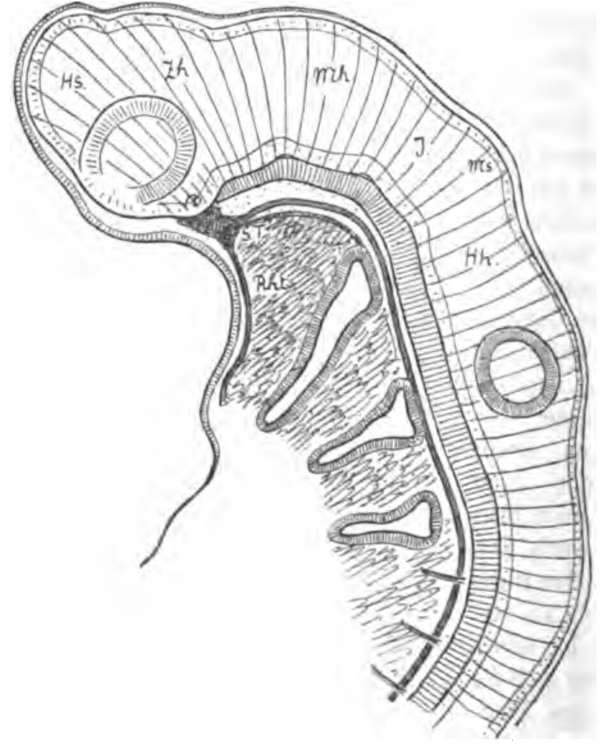


Fig. 7.
Kopf eines 2·3 mm langen Embryo von Torpedo oc. Vergr. 93.

der Krümmungen gegen Ende des zweiten Monats, von da ab tritt wieder zunehmende Streckung ein. Schon frühzeitig erfolgt die Streckung bei Petromyzon. Veränderungen der Krümmungen können übrigens auch in dem Sinne stattfinden, dass die einen zunehmen, während andere sich verringern.

Als eine der allgemeinsten Erscheinungen ergiebt sich die zunehmende Annäherung des Rautenhirnbodens an den Boden des Grosshirns. Die Brückenkrümmung schiebt sich gegen die Basilarleiste vor, und die dazwischen liegenden Theile können sich bis beinahe zur Berührung aneinander

legen. Im Verlaufe dieses Vorganges löst sich die Chorda vom Boden des Mittelhirns und der anstossenden Theile ab. Es entsteht eine mit Bindesubstanz sich erfüllende Lücke, in welcher bei Säugethieren die Sattellehne sich bildet. Diese Lücke, die Sattelspalte, fehlt bei keinem Wirbelthiere, auch nicht bei Petromyzon, obwohl sie sich hier relativ später entwickelt.

Die Sattelspalte wird vom Boden des Zwischenhirns, des Mittelhirns und des Hinterhirns überspannt, und für das Verständniss der gesammten Gehirnbasis ist es wichtig, ihre Einfassung sehr genau zu analysiren. Ich gehe dabei vom Gehirn des 6—7 wöchentlichen menschlichen Embryo bei dem die Verhältnisse sehr übersichtlich zu Tage liegen (Fig. 9). Das Rautenhirn zeigt zwei der Sattelspalte zugekehrte convexe Ausbiegungen, die wohlbekannte Brückenkrümmung und die minder bekannte, aber durchaus typische Biegung des Isthmus. Beide sind der Ausdruck von Gesammtbiegungen des Rohres, ihnen entsprechen daher dorsale Einschnitte. Der Brückenkrümmung entspricht der Einschnitt zwischen Cerebellum und verlängertem Mark, der Isthmuskrümmung derjenige zwischen den Vierhügeln und dem Kleinhirn. Die Isthmusbiegung bildet nach der Basis zu einen höckerigen Vorsprung (E. Fig. 9), der als Eminentia interpeduncularis zu bezeichnen ist, da er am Ort des späteren Ganglion interpedunculare liegt. Im Innern des Rohres findet sich eine dem Vorsprung entsprechende Grube, die Isthmusgrube (J. Fig. 9). Dieselbe ist neuerdings auch von R. Burckhardt als allgemeines Vorkommniss erkannt und als „Mittelhirngrenze“ bezeichnet worden.[1]

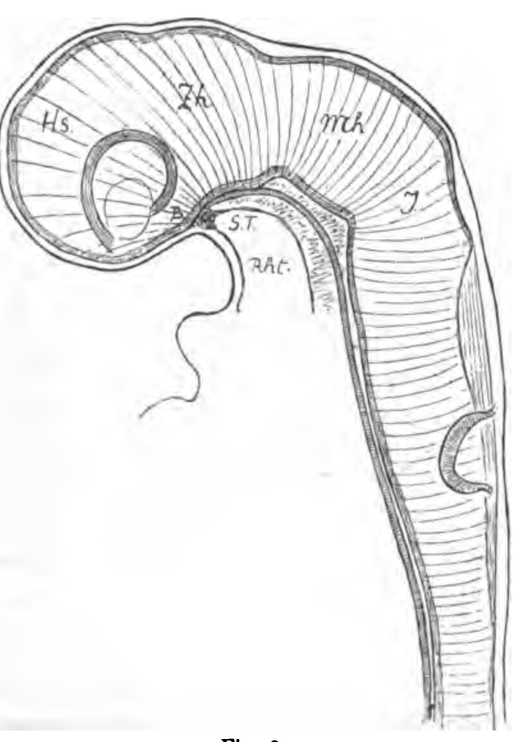


Fig. 8.
Gehirn eines Hühnerembryos am Anfang des dritten Tages. Vergr. 66·6.

[1] R. Burckhardt, *Zeitschrift für wissens. Zoologie.* 1891. Bd. LII. S. 379

Gegenüber von der Eminentia interpeduncularis bildet der Zwischenhirnboden gleichfalls eine convexe Ausladung (M. Fig. 9), die Eminentia mammillaris. Zwischen beiden Vorsprüngen liegt der durch eine doppelte Knickung scharf abgesetzte Boden des Mittelhirns. Jede der beiden Einknickungen bildet den Grund einer zeitlebens unterscheidbaren Grube, der Fossa supramammillaris und der Fossa interpeduncularis (Fs. und Fi. Fig. 9).[1]

Unterhalb der Eminentia mammillaris steigt der Zwischenhirnboden als Tuber cinereum (T. c. Fig. 9) schräg nach abwärts gegen die Basilarleiste (B. Fig. 9) hin, von der er sich durch eine Einschnürung absetzt.

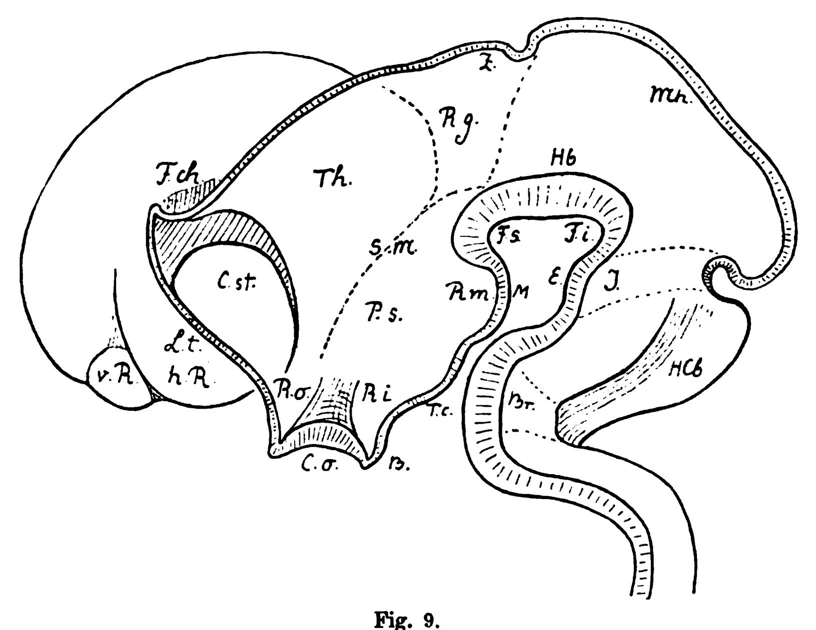


Fig. 9.

Medianschnitte durch das Gehirn eines fünfwöchentlichen menschlichen Embryo.

Der Mittelhirnboden ist dem Gesagten zufolge, sowohl nach vorne, wie nach rückwärts gegen die Röhrenlichtung vorgetrieben, und er bildet in dieser zwei Wülste, die Haubenwülste (Hb), die nach vorne über dem Recessus mammillaris (Rm.) nach hinten über der Isthmusgrube auslaufen.

Die für den menschlichen Embryo aufgezählten verschiedenen Vortreibungen und Buchten im Umfange der Sattelspalte bewähren sich auch für die verschiedensten embryonalen Thiergehirne als zuverlässige Orientirungs-

[1] Fossa interpeduncularis setze ich an Stelle des in einem früheren Aufsatz gebrauchten Ausdruckes „Oberbrückengrube“.



marken. Nach vorne erscheint die Basilarleiste als der Knotenpunkt, an welchen ursprünglich die Chordaspitze, die Seessel'sche Tasche und die ectodermale Wurzel der Rachenhaut mit dem Medullarrohr zusammengetroffen sind. Allerdings treten in der Folge mehr oder minder weitgreifende Verschiebungen einzelner Gebilde ein:

Einerseits kann die Seessel'sche Tasche frontalwärts vordringen und damit rückt die Abgangsstelle der Rachenhaut über die Basilarleiste hinaus. Beim Froschembryo (Fig. 6) liegt sie z. B. noch ein Stück weit vor dem Recessus opticus.

Ganz allgemein greift aber ein anderer Vorgang Platz: die Seessel'sche Tasche löst sich vom Medullarrohr und zieht sich rachenwärts zurück.[1] In den freien Raum schiebt sich als quere Ectodermfalte die Rathke'sche Tasche. Diese umgreift die Basilarleiste und kann hinter derselben mehr oder minder hoch emporsteigen. Die Rückwand des Recessus infundibuli buchtet sich schliesslich als eigentlicher Trichter und als hintere Hypophysenanlage hinter derselben hervor. Bei diesem Vorrücken der Rathke'schen Tasche wird auch die Chorda aus ihrer Lage gebracht. Wir finden schon bei Selachiern, weiterhin aber bei amnioten Wirbelthieren, dass die Chordaspitze durch das Ende der Rathke'schen Tasche von Gehirn abgedrängt und zugleich gehoben wird. Vorübergehend kann sie bei Selachiern bis zum Corpus mammillare hinauf reichen.

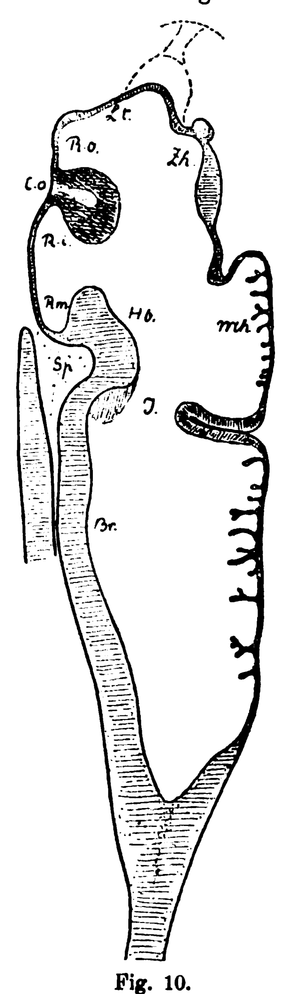


Fig. 10.
Gehirn eines Ammocoetes von ca. 5 cm Länge. Medianschnitt. (Zu vergl. mit Ahlborn's Fig. 41).

Bei niederen Wirbelthieren, bei denen die Chorda ja von Anfang ab so viel mächtiger angelegt ist, als bei den höheren, zieht sich dieselbe nach vorübergehender Aufrichtung medullarwärts zurück und erfährt eine gleichzeitige Streckung. Ich kann hier auf einige Abbildungen von Lepidosteuslarven nach Kitchen Parker

[1] Die Abdrängung der Chordaspitze vom Gehirn durch die Hypophyse findet sich in der sechsten Tafel von v. Mihalkovics Hirnmonographie wiedergegeben. Das ziemlich tief in der Mundbucht auslaufende Chordarende in Fig. 35, Taf. IV, halte ich dagegen für ein Missverständniss.

hinweisen. Die jüngere Stufe zeigt die Chorda an ihrem vorderen Ende gebogen und in die Sattelspalte hineinreichend. Auf nachfolgenden Stufen hat sie die Sattelspalte verlassen und ist mehr gestreckt denn zuvor. Ebenso zeigen die Durchschnitte von älteren Frosch-, Salamander- und Axolotlembryonen die Chorda als einen die Brückenkrümmung kaum überschreitenden nur wenig gebogenen Stab, und ähnliches gilt von den Embryonen von Knochenfischen (Figg. 15—20).

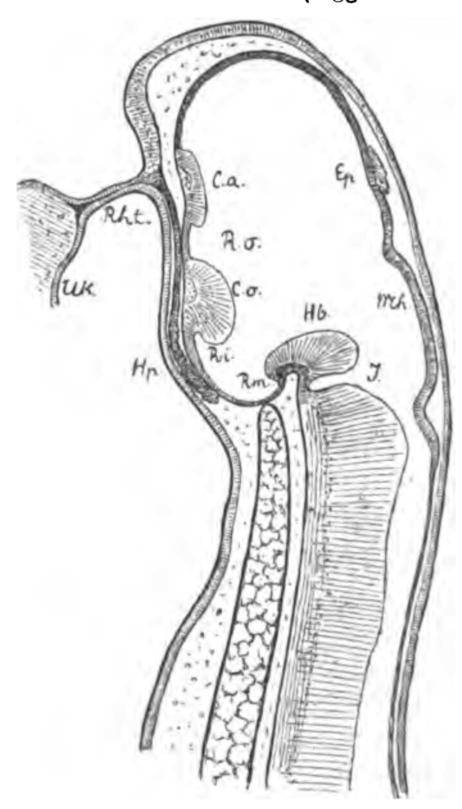


Fig. 11.
Gehirn einer Froschlarve von 5 mm Längs-Medianschnitt. Vergr. 80.

Nach dem eben Gesagten geht es nicht an, bei ausgebildeten Thieren die Gehirntheile nach ihrer Beziehung zur Chorda zu gruppiren. Wenn z. B. Ahlborn in seiner sonst so vorzüglichen Arbeit über das Petromyzontenhirn nur das Hinterhirn epichordal nennt, dagegen alle davor liegenden Theile mit Inbegriff des Mittelhirns prächordal, so ist diese Eintheilung desshalb ohne Werth, weil sie von einer secundär entstandenen Lage der Chordaspitze ausgeht. Ursprünglich reicht auch bei Petromyzon die Chordaspitze bis zur Basilarleiste (s. o. Fig. 5).

Will man zwischen epi- und prächordalem Gehirn unterscheiden, eine Unterscheidung die ich für wohl gerechtfertigt halte, so haben wir eine ganz scharfe Grenzmarke in der Basilarleiste. Prächordal lässt sich Alles nennen, was vor dieser Leiste liegt, das heisst Alles, was der vorderen Endfläche des Gehirnrohres angehört, die Gebiete von Recessus infundibuli, Chiasma, Recessus opticus und Lamina terminalis nebst den neben letzterer sich entwickelnden Riechlappen.

Der Raum der Sattelspalte kann sich, theils durch stärkeres Vordringen der Brückenwölbung, theils durch Heraustreten des Zwischenhirnbodens verengern und bis auf geringe Reste verschliessen. Dabei bleibt das Ende der Spalte mit seinen beiden Gruben, der Fossa supramammillaris

und interpeduncularis stets noch etwas ausgeweitet. Die Vortreibung des dünnen epithelialen Zwischenhirnbodens tritt besonders bei niederen Wirbelthieren früh und ausgiebig auf, und sie führt zur Entwicklung des sogenannten Saccus vasculosus. Dieser Sack tritt ventralwärts vom Recessus mammillaris auf, und er geht somit aus dem Theile der Wand hervor, den wir am Menschenhirn als Tuber cinereum bezeichnen. Der Mammillartheil characterisirt sich jederzeit durch seine Beziehung zu den in ihm

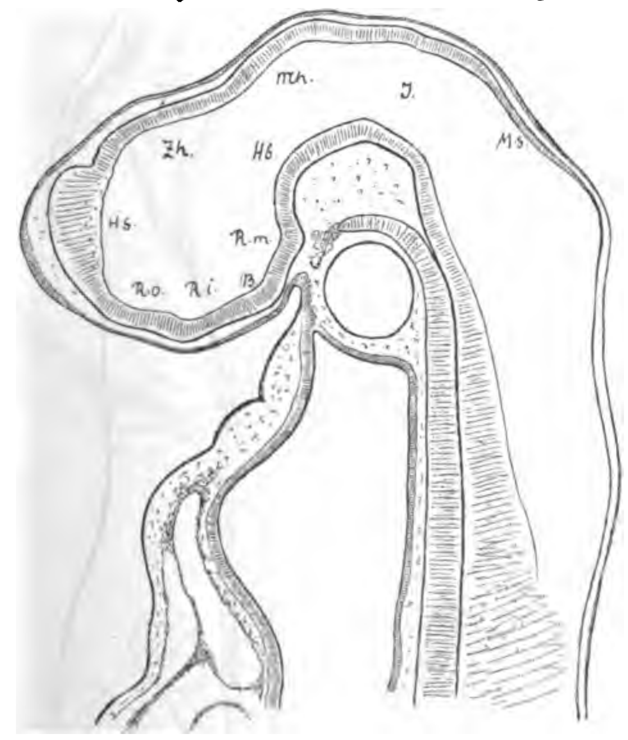


Fig. 12.

Gehirn von Torpedo oc. Sagittalschnitt. Vergr. 53. Praeparat der zool. Station in Neapel.

auslaufenden Haubenwülsten, und er bleibt unabhängig von dem mehr ventralwärts liegenden Saccus vasculosus. Edinger, der in seiner willkommenen Schrift über das Zwischenhirn sehr eingehende bildliche Darstellungen der Gegend bei Selachieren giebt, bezeichnet die Pars mammillaris als Saccus infundibuli.[1] Das halte ich nicht für zweckmässig, und da

[1] Edinger, *Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirns.* Heft 2. Das Zwischenhirn. Frankfurt a. M. 1892. Taf. III, Figg. 21, 22. Die oben erörterte Bezeichnung Edinger's hängt damit zusammen, dass dieser Autor beim Se-

überhaupt eine gewisse Verständigung in den Bezeichnungen der Gegend noth thut, so gehe ich mit einigen Worten darauf ein. Wollen wir das Wort Trichter in dem Sinne brauchen, den es von der menschlichen Anatomie her hat, so dürfen wir damit nur den secundär hervorwachsenden engen Fortsatz bezeichnen, welcher dorsalwärts von der Rathke'schen Tasche ent-

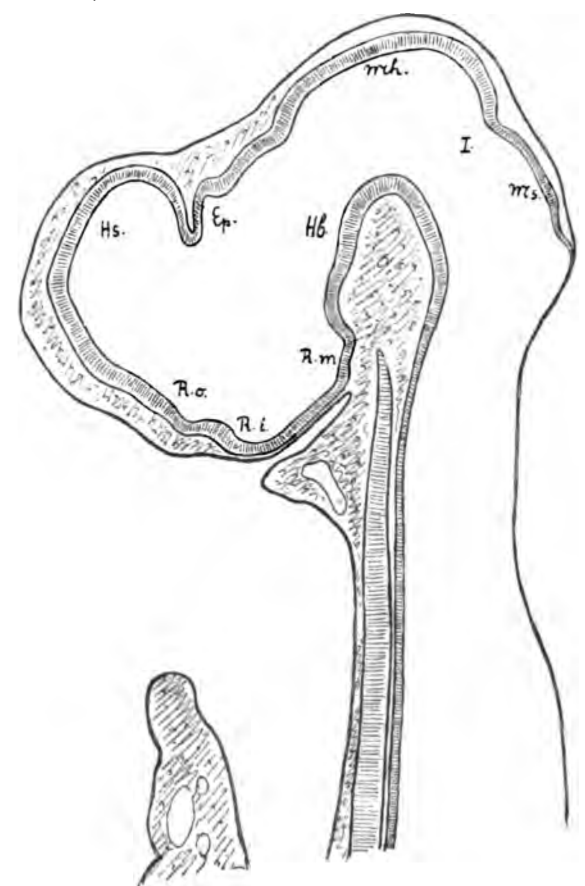


Fig. 13.
Gehirn von Torpedo oc. Sagittalschnitt nahe der Mittelebene. Vergr. 32. Praeparat der zoolog. Station in Neapel.

lachierhirn den Begriff des Infundibulums sehr weit fasst. Er begreift unter seiner Pars infundibularis oder Infundibulum kurzweg das, was er den „caudalen Zwischenhirnabschnitt" nennt, oder, wenn ich ihn richtig verstehe, die gesammte Pars subthalamica des Zwischenhirns. Dabei bemerkt Edinger ausdrücklich, dass dieser Pars infundibularis der Selachier mehr umfasst, als das Infundibulum anderer Wirbelthiere (a. a. O. S. 10 ff und 27 ff).

steht, und dessen Endtheil mit der letzteren zur Bildung der Hypophyse sich verbindet. Seine Abgangsstelle liegt höher als die Basilarleiste, am ventralen Ende des Tuber cinereum, oder bei Thieren mit einem Saccus vasculosus, am ventralen Ende des letzteren. Von den Abbildungen dieses

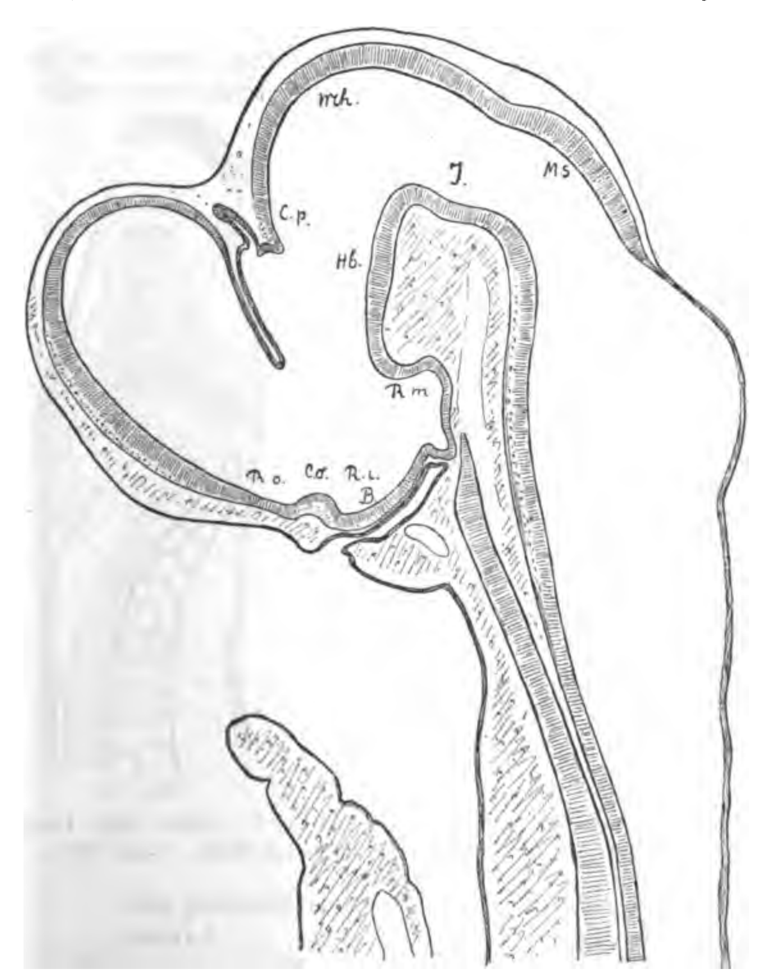


Fig. 14.
Gehirn von Scyllium catulus von 23 mm Länge. Medianschnitt. Vergr. 32.
Praeparat von Prof. P. Mayer in Neapel.

Aufsatzes zeigen Fig. 14 die Abgangsstelle des sich bildenden Trichters für Scyllium, Fig. 19 für Salamandra maculata, Fig. 28 für den Menschen und Fig. 32 für das Hühnchen.

Den Raum des Ventrikelbodens hinter dem Chiasma habe ich bis

dahin als Trichterbucht oder Recessus infundibuli bezeichnet. Noch weniger verfänglich wäre es vielleicht, von einem Recessus basilaris zu reden. Der Ort der ursprünglichen Basilarleiste kann sich zwar auch später noch als eine mehr oder minder charakteristische Kante hervorheben, diese pflegt sich aber umsomehr zu verwischen, je stärker sich der Raum zwischen Recessus mammillaris und Recessus infundibuli ausweitet und sackartig in der Richtung nach dem Chordaende hervortreibt.

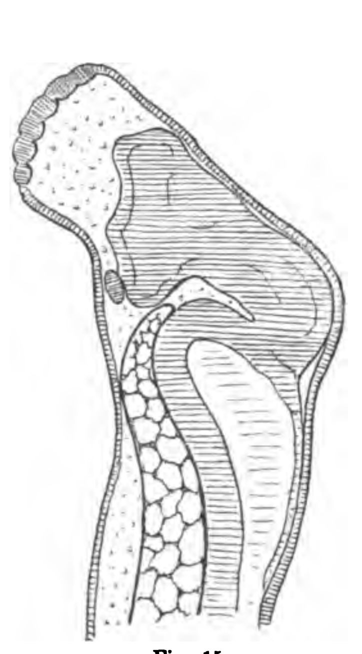


Fig. 15.

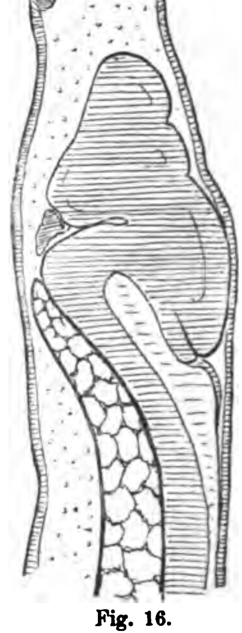


Fig. 16.

Gehirn zweier Lepidosteusembryonen von $4\frac{1}{2}$ und von $7\frac{1}{2}$ Linien (engl.) Länge nach W. K. Parker. (Philos. Transactions 1882. Taf. XXX). Vergr. $22\frac{1}{2}$.

Demnach folgen sich in der Reihe vom Mittelhirn aus:

Innen:	Aussen:
Haubenwulst.	Fossa supramammillaris.
Recessus mammillaris.	Eminentia mammillaris.
Saccus vasculosus.	Tuber cinereum.
Eingang in das Infundibulum.	Trichter.
Recessus infundibuli sive basilaris.	Feld unter dem Trichter und Basilarleiste.

Auch beim menschlichen Embryo ist auf gewissen Entwickelungsstufen (6 Wochen) die hinteren epitheliale Wand des Zwischenhirns stark gefaltet

und es finden sich zu der Zeit auch ausgesprochene seitliche Ausbuchtungen des Ventrikelbodens, welche, bezüglich ihrer Lage, dem Saccus vasculosus und den unteren Lappen am Gehirn niedriger Wirbelthiere entsprechen. Dabei hat es aber sein Bewenden, denn das Tuber cinereum zeigt in der Folge

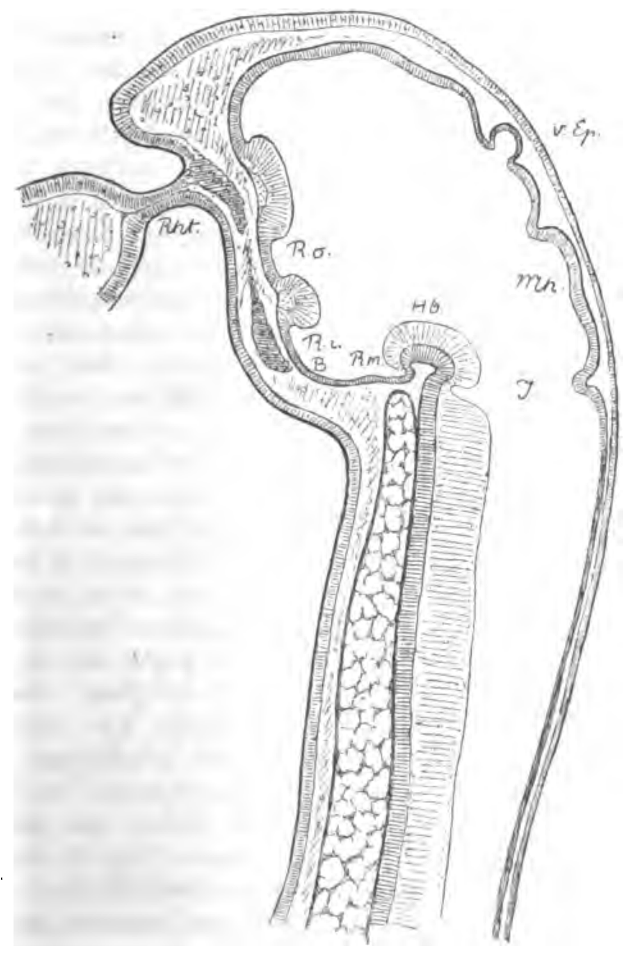


Fig. 17.
Gehirn einer Froschlarve von 6 mm Länge. Medianschnitt. Vergr. 80.

keine progressive Entwickelung, und die Ausfüllung der Sattelspalte vollzieht sich durch die sich hervorwölbenden Theile des Rautenhirnbodens.

Die blasigen Vortreibungen des Zwischenhirnbodens können den Anschein erwecken, als ob bei niedrigen Wirbelthieren die Axenkrümmung des Gehirns sehr viel stärker wäre, als bei höheren. Dies ist indessen nicht

der Fall. Construirt man z. B. bei den Figg. 17—22 die in dem Recessus opticus auslaufende Mittelaxe des Rohres, so findet man diese nur mässig gekrümmt und ohne hackenförmige Zurückbiegung.

Ich komme nun mit einigen Worten auf die dorsale Hirnwand. Naturgemäss beschreibt diese stets einen längeren Bogen, als die Basis. Die Länge ihrer einzelnen Abschnitte wächst in der Folge nicht proportional der der letzteren, und so kommt es zu mehr oder weniger ausgesprochenen Verschiebungen der Basis gegen die Decke. Schnitte, welche die zusammengehörigen Grenzen treffen, stehen sonach nicht mehr rechtwinklig, sondern mehr oder minder schief zur Mittelaxe des Rohres. Am auffälligsten ist dies beim Mittelhirn. Schon für den menschlichen Embryo habe ich seiner Zeit darauf aufmerksam gemacht, dass der Mittelhirnboden gegen das Zwischenhirn vorgeschoben erscheint. Das ist ein, so weit ich ersehe, allgemeines Verhältniss, und es kann soweit gehen, dass der Mittelhirnboden mit der Decke einen rechten Winkel bildet. Als auffallende Beispiele dieser Verschiebung des Mittelhirnbodens erscheinen das Gehirn von Ganoiden (Sturio) und dasjenige der Knochenfische (Figg. 23 und 24). Bei diesen und bei Amphibien findet sich überdies ein besonders starkes Missverhältniss zwischen der Länge von Decke und Boden. Letzterer ist hier im Allgemeinen sehr kurz veranlagt. Die genaue Berücksichtigung dieser Verhältnisse ist desshalb wichtig, weil man sonst Gefahr läuft, sowohl Schnittbilder als directe Praeparationsansichten unrichtig zu beurtheilen. So treffen z. B. Durchschnitte, welche senkrecht durch die Mittelhirndecke von Knochenfischen geführt werden, zu einem

Fig. 18.
Gehirn einer Larve vom Axolotl von 12 mm Länge. Vergr. 56. Sagittalschnitt nahe der Mittelebene.

Theil noch den Boden der Rautengrube, dann zu einem verhältnissmässig kleinen Theil den eigentlichen Mittelhirnboden und zuvorderst die Decke und den Boden des Zwischenhirns (s. u. Fig. 23).

Das Mittelhirn als Ganzes neigt sich bald mehr dem Rautenarm bald mehr den Grosshirnarm zu. Ersteres findet sich z. B. am Ganoiden-, letz-

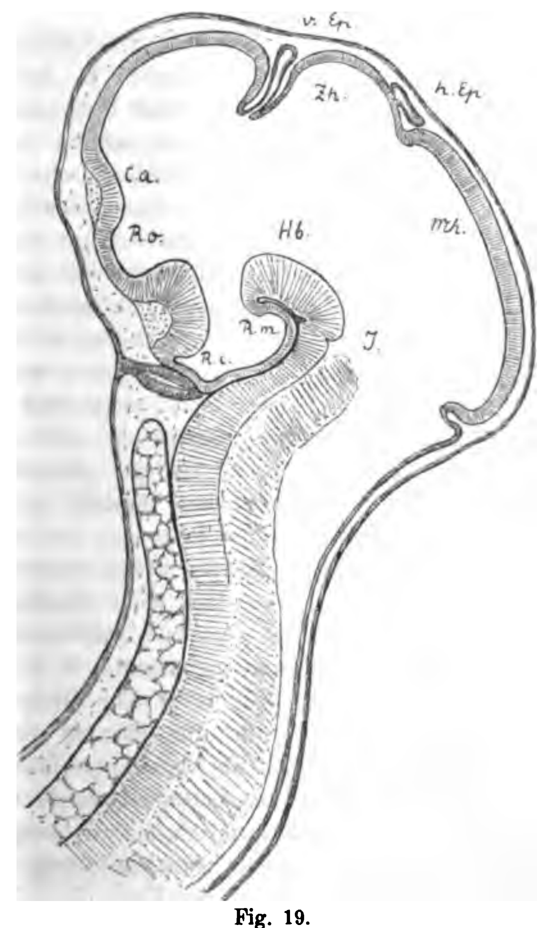


Fig. 19.
Gehirn einer Larve vom Salamandra mac von 10 mm Länge. Medianschnitt. Vergr. 52.

teres am Selachierhirn. Die Decke des Gehirnrohres wächst im Allgemeinen rascher, als der Boden, und dies führt zu einer Reihe von Faltungen und Ueberlagerungen. Die Ueberlagerung des Zwischenhirns durch die Hemisphären, die Bildungen der Epiphysen, die Ueberlagerung des Isthmus durch die Vierhügel und die des Rautengrubeneinganges durch das Klein-

hirn sind der Ausdruck dieses überwiegenden Längenwachsthums der Hirndecke. Als bekannt darf ich voraussetzen, wie das Wachsthumsübergewicht bei verschiedenen Wirbelthierklassen ganz verschiedene Hirntheile betrifft, und wie z. B. bei Knochenfischen und bei Selachiern die Rautenhirndecke in einer Ueppigkeit sich entwickelt, die bei höheren Wirbelthieren nicht wieder vorkommt.

In betreff der als Epiphysen bezeichneten Gebilde hat die Neuzeit begonnen schärfer zu sondern, seitdem Goette dargethan hat, dass die Zwischenhirndecke bei Batrachiern zwei Auswüchse bildet, einen vorderen, den sog. Adergeflechtknoten und einen hinteren die eigentliche Zirbel.[1] Auf das Vorkommen mehrerer Anfangsgebilde ist seitdem wiederholt aufmerksam gemacht worden, so zuletzt von R. Burckhardt bei Protopterus und von Eycleshymer bei Amblystoma.[2] Letzterer Autor nennt nur den vorderen Auswuchs Epiphyse, den hinteren Paraphyse, und er legt, jedenfalls mit Recht, ein besonderes Gewicht darauf, dass von den beiden Bildungen die hintere erheblich später auftritt, als die vordere.

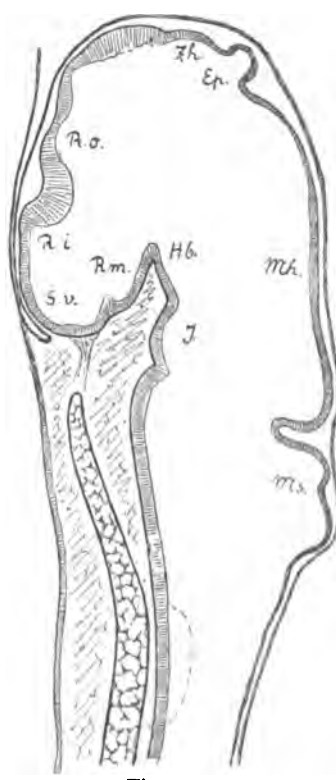


Fig. 20.
Gehirn eines Forellenembryo von 5 mm sagittal. Vergr. 75.

Wie sich beim Durchgehen der Profile verschiedener embryonaler Thierhirne bestimmt herausstellt, so können sich Epiphysen an mehr denn an zwei Orten bilden. Sehr früh und offenbar in Abhängigkeit von der Kopfstreckung, bildet sich eine nach rückwärts sich überlagernde Ausstülpung am Vorderhirndach von Petromyzon (Fig. 25). Die Stelle der Ausstülpung habe ich für den Rand des Hemisphärenhirns gehalten. College Kupffer, mit dem ich die Sache besprochen habe, bestreitet dies und theilt die fragliche Epiphyse dem Zwischenhirn zu. Die Sache bedarf einer eingehenden Untersuchung, wobei

---

[1] Goette, *Entwickelungsgeschichte der Unke.* S. 283, 294 und 315 ff.

[2] R. Burckhardt, Die Zirbel von Ichtyopsis und Protopterus. *Anatomischer Anzeiger.* 1891. S. 348 und Eycleshymer, Paraphysen und Epiphysen bei Amblystoma. *Anatomischer Anzeiger* 1892 vom 7. April.

die Entwickelung des bei Petromyzonten so wichtigen G. habenulae und der drei von Ahlborn beschriebenen Epiphysen zu verfolgen sind.

Zu den Epiphysen am vorderen Rande des Zwischenhirns gehört der von Goette am Batrachierhirn aufgefundene Adergeflechtknoten (v. Ep. Figg. 17, 18, 19). Hier ist die Unterscheidung leicht, weil eine hintere Epiphyse (h. Ep. Figg. 18, 19) in grösserem Abstand von der vorderen auftritt. Auch die Epiphyse der Selachiern nimmt ihren Anfang am vorderen Theil des Zwischenhirndaches (Figg. 11, 12, 26). In der Folge jedoch hebt sich fast das gesammte Dach des Zwischenhirns mit, und so entsteht jener bekannte zwischen Hemisphären- und Mittelhirn eingeklemmte Auswuchs (Fig. 13), dessen Basis nach rückwärts bis nahe an die Commissura posterior sich erstreckt. Aehnlich ist die Sachlage bei Knochenfischen.[1]

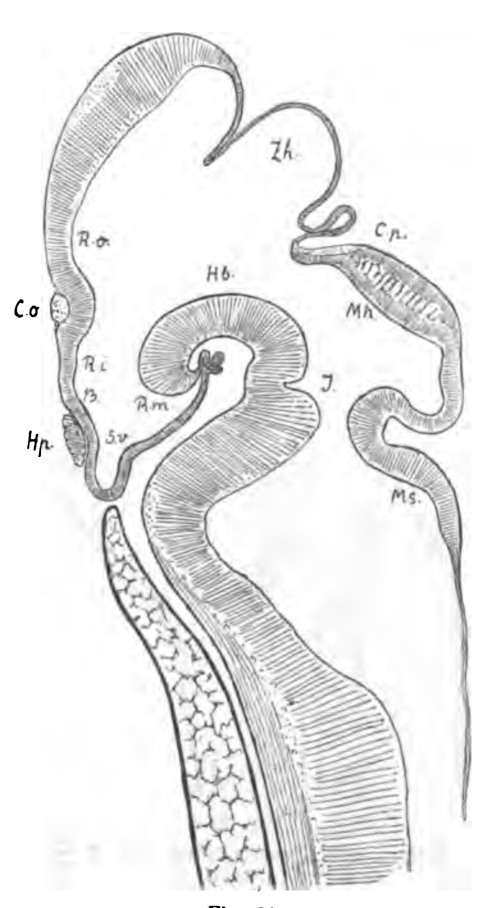


Fig. 21.
Medianschnitt durch das Gehirn eines Störembryo's. Vergr. 60. Praeparat der zoolog. Station in Neapel.

Eine Epiphyse des vorderen Zwischenhirndachs ist mir auch bei einem menschlichen Embryo von 10·5 mm Nl. begegnet. Die Deckplatte bildet zu der Zeit eine schmale in zwei Seitenkanten auslaufende Längsleiste. Nach vorn wird diese Leiste dreikantig und die obere unpaare Kante löst sich eine Strecke weit als selbständiges Anhangsgebilde von ihrem Boden ab (Fig. 27 *a*, *b*, *c*). Als ich dies Verhalten zum ersten Mal

[1] Beim fortgeschrittenen Gehirn liegt zwischen der Basis des Zirbelstiels und der hinteren Commissur ein kurzes Zwischenstück das „Schaltstück" (s. die Note der folgenden Seite und die Figg. 23 und 34). Auf jüngeren Stufen (Figg. 14 und 22) ist dasselbe zwar vom Zirbelstiel durch eine Einknickung abgesetzt, aber gleich diesem emporgewölbt.

vor einer Reihe von Jahren fand, glaubte ich damit die Geschichte der Zirbel erkannt zu haben, und erst eine sorgfältige Profilconstruction belehrte mich darüber, dass der fragliche Auswuchs dem vordersten Ende des Zwischenhirndaches angehöre (Fig. 28). Das Gebilde scheint sich später in der Adergeflechtfalte zu verlieren. Die eigentliche Zirbelanlage entwickelt sich beim menschlichen Embryo erheblich später, und nachdem die hintere Commissur bereits angelegt ist, durch Emporwölbung des hintersten Theiles vom Zwischenhirndach (2. Fig. 28). Am Vogelhirn bildet sich, wie schon Remak gesehen hat, die Epiphyse aus der Mitte der Zwischenhirndecke, und dasselbe gilt von der Epiphyse der Reptilien (Figg. 30 und 31).

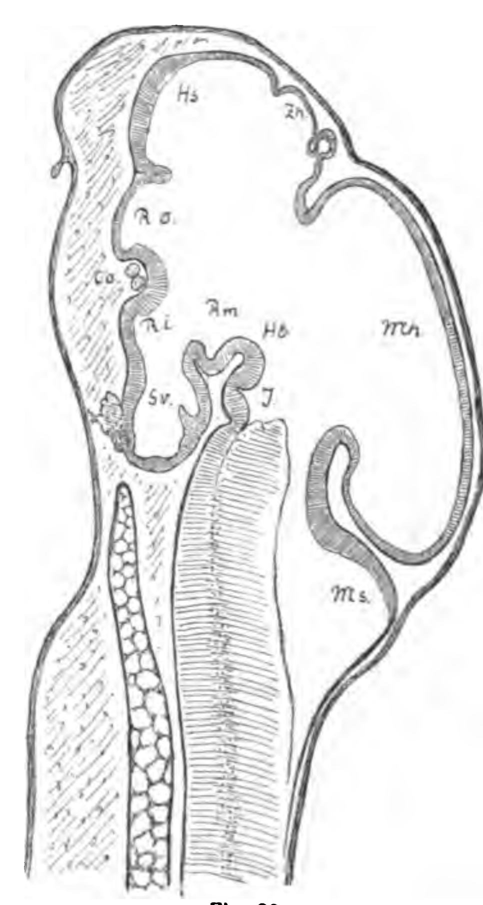


Fig. 22.
Gehirn eines Forellenembryo von 12 mm. Vergr. 50.

Wir unterscheiden somit Epiphysen des vorderen, des mittleren und des hinteren Theiles der Zwischenhirndecke. Für die letzteren kann man wohl zweckmässiger Weise den Namen Zirbel beibehalten. Ausser dieser besonderen Form von Auswüchsen finden wir eine Hebung des Gesammtdaches, wie sie bei Selachiern und bei Knochenfischen zu Stande kommt. Goette's Adergeflechtknoten gehört wohl ausschliesslich zur Gruppe der vorderen Auswüchse, das sogenannte Parietalauge der Reptilien dagegen zu denen der Mittelgruppe.[1]

[1] In seiner soeben erschienenen Schrift über das Centralnervensystem von *Protopterus annectens*. Berlin 1892, versucht R. Burckhardt eine schärfere Sonderung der aufeinander folgenden Strecken des Zwischenhirndaches zu geben (a. a. O. S. 21 und S. 37). Bei Selachiern sowohl, als bei Protopterus unterscheidet Burckhardt, vom Mittelhirn ausgehend: 1. die Commissura posterior, 2. ein horizontales Schaltstück,

In nur summarischer Weise werde ich die Entwickelung der einzelnen Hirnabschnitte berühren.[1]

Rautenhirn.

Schon auf jungen Entwickelungsstufen zeigt sich dieser Hirntheil spindelförmig aufgetrieben.' An der Grenze des Rückenmarkes von geringerem Durchmesser, schwillt das Rohr langsam an, nimmt dann nach Erreichung seiner maximalen Breite und Höhe wiederum rasch ab und läuft vor dem Uebergang in das Mittelhirn in ein verjüngtes Endstück aus (Fig. 33). Der anschwellende Theil des Rohres ist das verlängerte Mark, der abschwellende das Hinterhirn, das verjüngte Endstück bezeichnen wir als den Isthmus. Wie das gesammte Medullarrohr, besteht das Rautenhirn aus zwei dicken Seitenwandungen, welche an der Basis und an der Decke durch dünnere Platten verbunden sind. Die Deckplatte bleibt Zeitlebens epithelial, und ihre

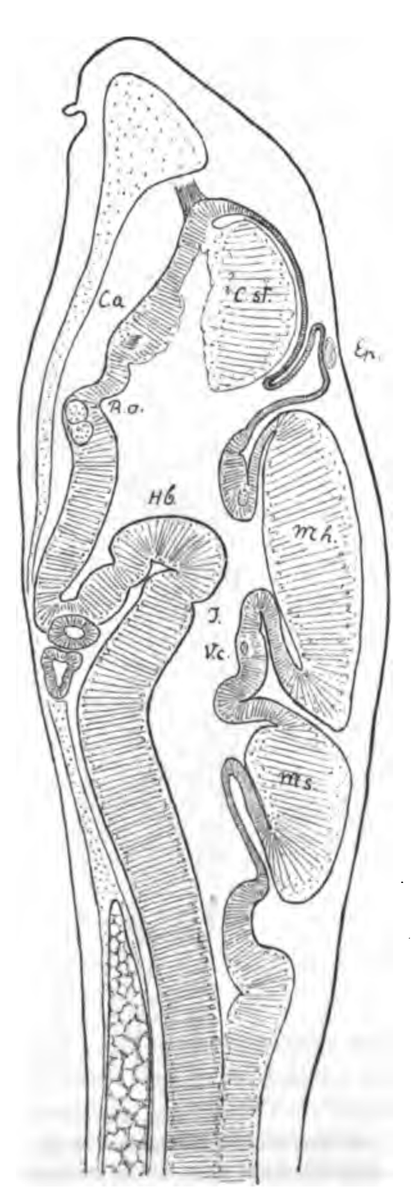


Fig. 23.
Gehirn eines Forellenembryo von ca. 2 cm Länge. Medianschnitt. Vergr. $37^1/_2$.

3. die Zirbel, bestehend aus Stiel und Endknopf, 4. die Commissura superior, 5. das scheitelwärts gekehrte Zirbelpolster, 6. das basilarwärts gerichtete Velum, 7. das Gebiet des Adergeflechtknotens. Nr. 5, 6 und 7 der obigen Aufzählung bilden die sogenannte „obere", zum dritten Ventrikel gehörige Adergeflechtsplatte. Jenseits vom Knoten beginnt die Adergeflechtplatte des Hemisphärenhirns.

[1] Einige der in Betracht kommenden Abschnitte, wie das Vorderhirn und das Rautenhirn habe ich für den menschlichen Embryo schon in früheren Aufsätzen behandelt (*Abhandlungen der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaft.* Bd. XV u. XVI). Auch verweise ich hier auf meine soeben bei F. Ziegler in Freiburg i. B. erschienenen Modelle der menschlichen Gehirnentwickelung.

Breite nimmt mit der des Gesammtrohres zu und ab. Sie bildet sonach auch ihrerseits ein nach vorn und nach rückwärts sich zuspitzendes Feld, das Rautenfeld, das sich in Folge seiner Durchsichtigkeit schon für die äusserliche Betrachtung scharf abzuheben pflegt.

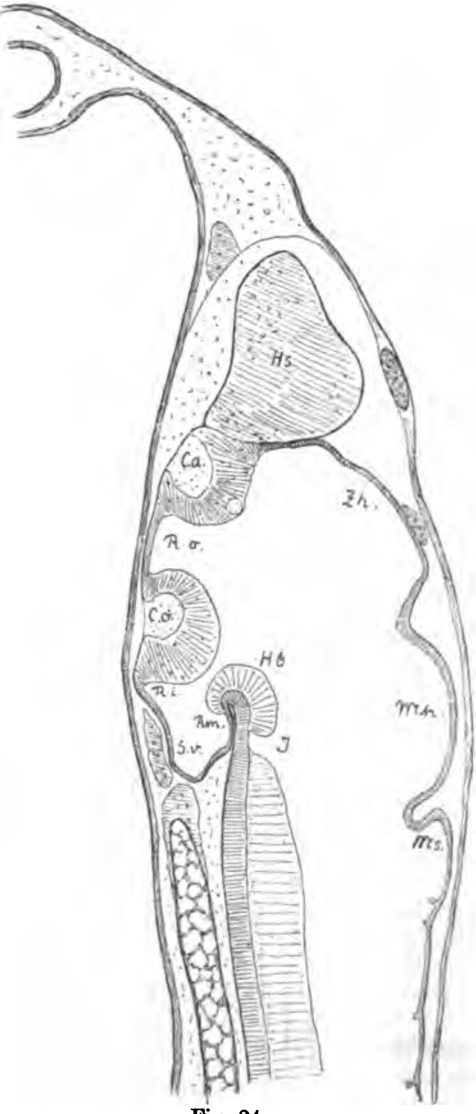


Fig. 24.
Gehirn einer Froschlarve von 12 mm Länge. Sagittalschnitt nahe der Mittelebene. Vergr. 75.

Die Axe des Rautenhirns beschreibt, wie oben erwähnt, zwei ventralwärts convexe Krümmungen, die Brücken- und die Isthmuskrümmung. Zwischen beiden liegt eine dorsal gerichtete Ausbiegung, das Knie des Rautenhirns. Die Brückenkrümmung verschiebt sich im Laufe der Entwicklung und sie liegt schliesslich vor dem Ort der grössten Breite des Rohres. Je stärker die Brückenkrümmung, um so breiter wird das Rautenhirn. Die medullare Grenze des Rautenhirns wird durch die Anfangs nur schwach sich ausprägende Nackenkrümmung bezeichnet.

Aus dem Rautenhirn entspringen sämmtliche motorischen Kopfnerven, mit einziger Ausnahme des aus dem Mittelhirn kommenden und oberhalb der Isthmuskrümmung frei werdenden N. oculomotorius. Es treten in dasselbe die centripetallaufenden Wurzeln des Trigeminus, des N. intermedius, des N. vestibuli und N. cochleae, des Glossopharyngeus und des Vagus ein. Seitlich von ihm liegen die Ganglien dieser Nerven und die Gehörblasen. Alle diese Theile behaupten

feste Beziehungen zum Rautenhirn. Der N. trochlearis entspringt stets aus dem Isthmus, an dessen Decke seine Fasern frei werden. Die Wurzeln des Trigeminus erreichen die Gehirnoberfläche stets am Ort der stärksten Brückenkrümmung, und die des N. cochleae am Ort der grössten Rautenbreite. Hinter der Furche der letzteren verläuft das Querstück der Facialiswurzel. Die Gehörblase liegt stets in einiger Entfernung hinter dem Ort der grössten Rautenbreite und ihr schmiegen sich nach vorne die Acusticofacialis-, nach hinten die Glossopharyngeusganglien an.

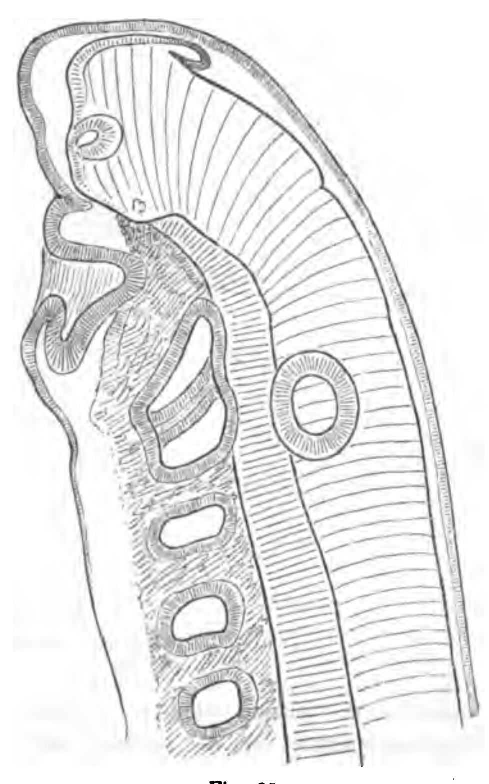


Fig. 25.
Larve eines Ammocoetes. 3·2 mm lang. Kopfende. Vergr. 133·3.

An der Stelle, wo das verlängerte Mark von den Gehörblasen berührt wird, erscheint es etwas zusammengedrückt, und seine Wandungen verlaufen hier mehr parallel als weiter hinten und als weiter vorne. Der Saum des Rautenfeldes bildet hier eine gebrochene Linie. Dies Verhalten ist ein allgemeines. Es findet sich ebensowohl beim Gehirn vom Petromyzon, als bei dem der Selachier und bei dem des Menschen. Die drei Abschnitte lassen sich als Pars labyrinthica, praelabyrinthica und retrolabyrinthica von einander unterscheiden. Im letzteren Theile liegen die Kerne der Vagusgruppe, in den beiden ersteren die Acusticofacialiskerne. Dagegen liegt der motorische Trigeminuskern bereits vor der Rautenbreite und er gehört dem Hinterhirn an.

Sehr bedeutsam für die Entwickelung des verlängerten Markes und des Kleinhirns ist, wie ich bei früheren Anlässen durchgeführt habe, die Bildung der Rautenlippen. Indem der zugeschärfte Randtheil der Flügelplatten sich umlegt, wird eine zum Theil recht weit gehende Verlagerung der Zellenmassen eingeleitet. Im verlängerten Mark kommt es zur Ueberwanderung von Zellen aus der Rautenlippe in das Olivengebiet. Am Kleinhirn wird in Folge des Lippenumschlags die ursprünglich ventrikuläre

Fläche der Flügelplatte zur Aussenfläche des Organs. Bei den niedersten Wirbelthieren kann sich das früh embryonale Verhalten des Rautenhirn-

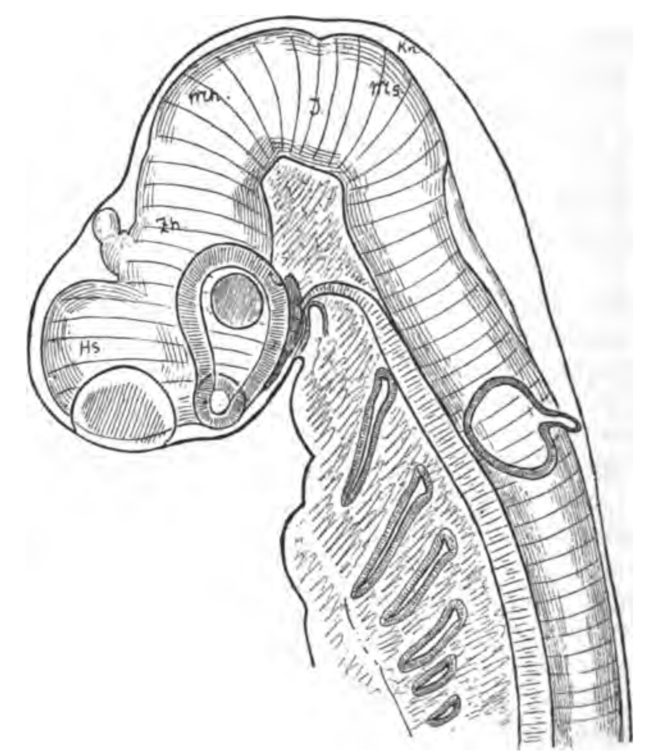


Fig. 26.
Kopf eines Pristiurusembryo. Vergr. 50.

querschnitts bleibend erhalten. So erscheint bei Petromyzon die Rautenlippe aufgerichtet und die Bildung von Olivenkernen bleibt aus. Am Nachhirn von Selachiern dagegen und an dem von Knochenfischen kehren ähnliche Verhältnisse wieder, wie sie an denen von höheren Wirbelthieren nachweisbar sind. Einer genaueren Durchforschung bedarf noch das Verhalten der Rautenlippe am Cerebellum niederer Wirbelthiere.

Das embryonale Hinterhirn erscheint als ein conisches Rohr, an dessen Bildung das halbe Rautenfeld mit Theil nimmt. Seine untere Grenze ist der Ort der Brückenkrümmung, bez. der Rautenbreite. Als obere Grenze lässt sich, wenn wir vorerst von der Sonderung des Isthmusantheils absehen, die Isthmuskrümmung bezeichnen. Zwischen Brücken- und Isthmuskrümmung liegt das dorsalwärts convexe Knie des Hinterhirns (Kn. Fig. 26). Das Rautenfeld endigt, unter rascher Verjüngung, medullarwärts vom Knie

(Fig. 33). Als obere Fortsetzung desselben erhält sich ein schmaler Streifen der Deckplatte, mit nahezu parallelen Rändern.

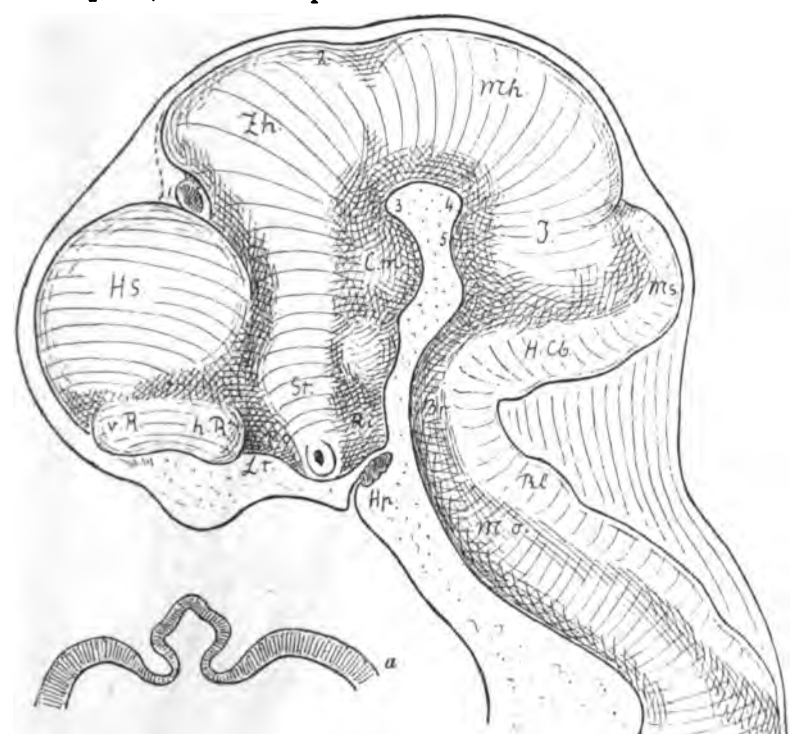
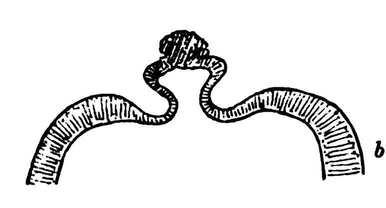


Fig. 28.
Seitenansicht vom Gehirn eines $4^1/_2$ wöchentlichen menschlichen Embryo. Reconstruction des Gehirns dem die Schnitte von Fig. 27 angehören. 1. Vordere Epiphyse. 2. Ort der späteren Zirbelbildung. 3. Fossa supramammillaris. 4. Fossa interpeduncularis.



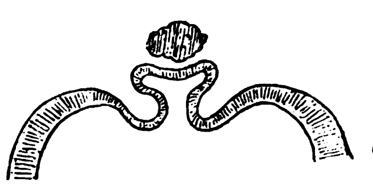


Fig. 27.

Fig. 27.
Drei Querschnitte durch die Zwischenhirndecke eines $4^1/_2$ wöchentl. menschlichen Embryo. Ansicht der vorderen Epiphyse. Reihenfolge von hinten nach vorne.

Die Grundplatten des Hinterhirns bilden den Boden des vierten Ventrikels, das Kleinhirn geht aus den Flügelplatten hervor. Seine Hemisphären

entstehen bei höheren Wirbelthieren aus den medullarwärts vom Knie liegenden Strecken derselben, der Wurm aus der darüber liegenden. Jene unteren, schräg- oder quergelegten Strecken will ich als Seitentheile, diese als Mittelstück (Ms. in den verschiedenen Figuren) bezeichnen. Die Seitentheile sind beim menschlichen Embryo verhältnissmässig lang und kräftig angelegt, und indem sie unter scharfem Winkel in das Mittelstück umbiegen, fassen sie es im Verlaufe der weiteren Entwickelung zwischen sich. Bei Vögeln und bei Reptilien bleiben die Seitentheile in ihrer relativen Entwickelung zurück. Der Wurm wird nunmehr zur Hauptmasse des Kleinhirns,

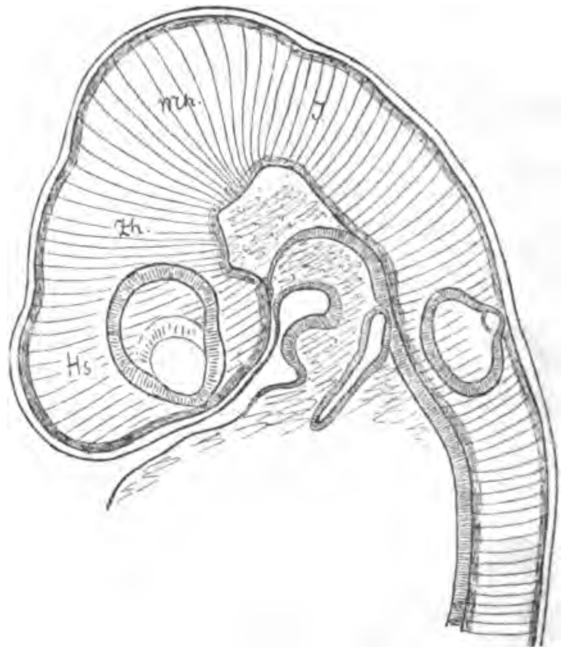


Fig. 29.
Gehirn eines Embryo vom Lacerta agilis. Vergr. 66·6.

die Hemisphären erscheinen nur als seitliche Anhänge desselben. Bei Amphibien dagegen und bei Cyklostomen reducirt sich das Mittelstück des Hinterhirns auf einen schmalen Streifen, wogegen es bei Knochenfischen und Selachiern eine sehr bedeutende Entwickelung gewinnt. Bei Haifisch- und bei Rochenembryonen von ca. 2 cm Länge liegt zwischen dem Ende des Rautenfeldes und der Isthmusbeuge, ein im Winkel gebogenes Röhrenstück, das die Hauptmasse des Knies bildet (Ms. Figg. 13, 14, 26). Bei der nachfolgenden Entwickelung legt sich, unter zunehmender Ausbildung des Knies, die Decke dieses Stückes medullarwärts um und bildet einen

den Zugang zur Rautengrube überwölbenden Sack. Gleichzeitig legt sie sich aber auch nach vorne über und schiebt sich ein Stück weit über das Mittelhirn hinweg (Ms. Fig. 34). Die Seitentheile treten als schmale Streifen vom Ort der Rautenbreite her an das vergrösserte Mittelstück heran. Bei Knochenfischen drängt sich das Mittelstück frühzeitig dicht an das Mittelhirn heran, durch einen tiefen Einschnitt davon sich scheidend. Die nachfolgende Entwickelung gestaltet sich zum Theil ähnlich wie bei Selachiern. Sackartig wölbt sich das Mittelstück auch bei Knochenfischen nach hinten über, dagegen lässt es das Mittelhirn unbedeckt (Fig. 23). Auch pflegt sich seine Ober-

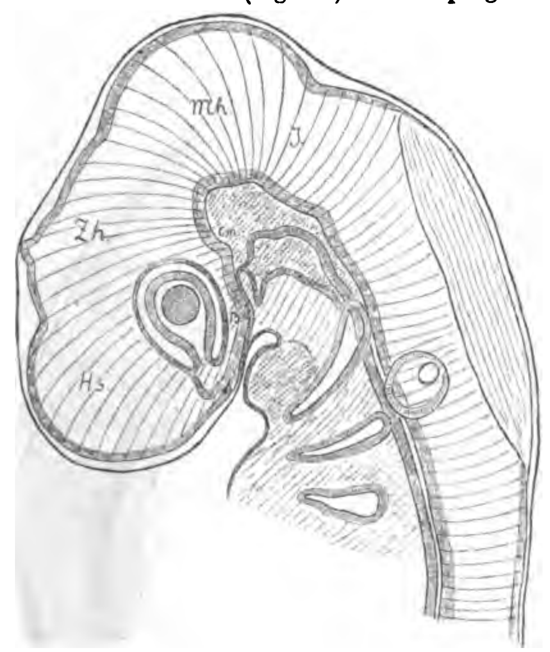


Fig. 30.
Gehirn des Hühnchens vom dritten Tage. Vergr. 35.

fläche glatt zu erhalten, während sie bei Selachiern ausgiebige Faltungen erfährt.

Die Selachier bieten ein, so weit meine Kenntniss reicht, vereinzeltes Beispiel von der Ueberlagerung des Mittelhirns durch das Kleinhirn. Bei der grossen Mehrzahl der Wirbelthiere erscheint das Mittelhirndach nach rückwärts verschoben, es überdeckt den Isthmus und häufig noch einen Theil des Kleinhirns. Am auffälligsten ist dies Verhalten bei Knochenfischen, bei denen bekanntlich der Isthmus nebst dem vorderen Ende des Kleinhirns als Valvula cerebelli tief in die Mittelhirnhöhle vorgeschoben wird (V. c. Fig. 23).

Noch bedarf der Isthmus einer kurzen Erörterung. Am jüngeren

Embryonenhirn charakterisirt sich dies obere Endstück des Rautenhirns durch seine Enge und durch seine seitliche Abplattung. In dessen Seitenwand liegt der motorische Trochleariskern und an seiner Decke werden die Wurzeln dieses Nerven frei. Mit der zunehmenden Ausbildung der Isthmusbeuge verliert der Theil an selbständiger Bedeutung, er wird zwischen die mächtigen Nachbargebilde eingeklemmt und schliesst sich mit seiner vorderen Hälfte dem Mittelhirn, mit der hinteren dem Kleinhirn an. Allein auch da, wo der Isthmus am meisten seine Selbständigkeit verliert, erhalten sich bezeichnende Merkmale seiner Lage. An der Basis sind die Eminentia

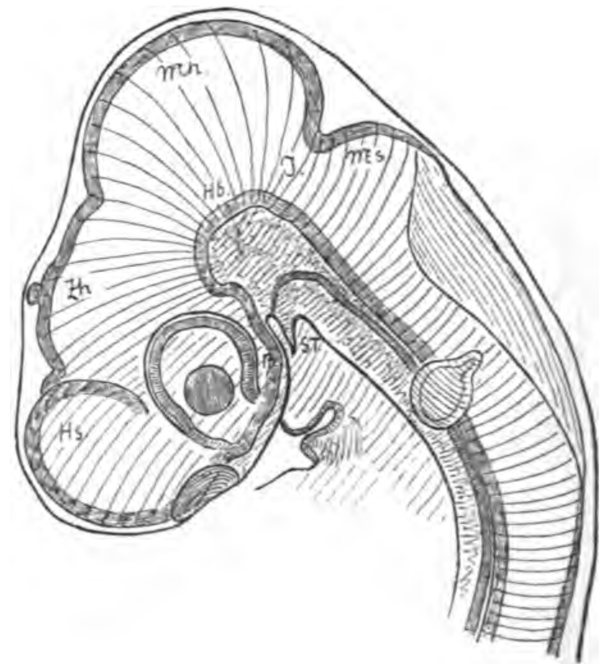


Fig. 31.

Gehirn eines Hühnchens von 4 Tage. Vergr. 20.

interpeduncularis oder das entsprechende Ganglion als Isthmusgebilde in Anspruch zu nehmen, an der Decke erkennt sich sein Ort an der Austrittsstelle der Trochleariswurzeln. Am Knochenfischhirn erhält sich in der Valvula cerebelli ein breiter Rest der Isthmusdecke. Am Gehirn der Säugethiere und des Menschen ist die Strecke des vorderen Marksegels vom Beginn der Lingula ab bis zum Rand der Vierhügel als Isthmusgebiet anzusprechen.

Die morphologische Würdigung des Mittelhirns bedarf hier nur weniger Worte, umsomehr, da die Haubenwülste und deren Verhältniss zur Mittel-

hirndecke schon früher besprochen worden sind, und da eine eigentliche Geschichte der Hirnschenkelentwickelung ein tieferes Eingehen in das Detail der Faserbahnen erfordern würde. Im Allgemeinen erhebt sich die Decke blasenartig über ihrer Unterlage und greift über diese nach vorne, nach rückwärts und seitlich hinaus. An ihrem oberen und am unteren Rande wird sie frühzeitig von Querfaserzügen eingefasst, oben von der Commissura posterior, unten von den Trochleariswurzeln. Eine mediane Längsleiste bewirkt die erste Scheidung in zwei Seitenhälften. In der Folge sinkt die

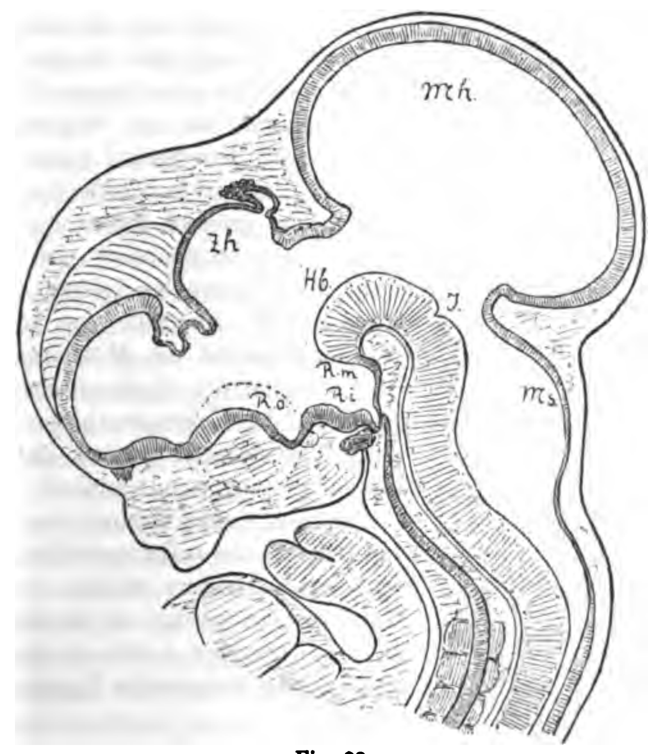


Fig. 82.
Kopf eines Hühnerembryos. Vergr. 10. Medianschnitt.

Leiste in die Tiefe und bildet den Boden einer Längsrinne. Reste der convexen Leiste finden sich am Menschenhirn im Frenulum veli medullaris.

Auch in betreff des Zwischenhirns beschränke ich mich auf das Nothwendigste: Es scheiden sich Grund- und Flügelplatte durch eine im Recessus opticus auslaufende Furche, den Sulcus Monroi (S. M. Fig. 9). Das Gebiet über der Furche liefert den Thalamus, das Ganglion habenulae und die Kniehöcker. Unterhalb der Furche, in der Pars subthalamica, entstehen die Mammillarkörper und die verschiedenen Basalganglien (Körper

von Luys, basales Optikusganglion u. s. w.). Ventralwärts vom Mammillarkörper buchtet sich auch bei höheren Wirbelthieren die Ventrikelwand seitlich aus, und so zeigt noch das Gehirn des menschlichen Embryo zwei über dem Trichtereingang liegende flache Seitentaschen (Fig. 28). Sie verwischen sich bei weiterer Entwickelung, wogegen sie am Fischhirn zu zwei ansehnlichen Körpern den Lobi inferiores sich ausbilden. Der Zugang zu deren Höhlung liegt zwischen der Trichterbucht und der Mammillargrube.

Der Thalamus opticus (Th. Fig. 9) entwickelt sich aus dem vorderen Theil der Zwischenhirnwand in offenbarer Abhängigkeit von der Hemisphärenbildung. Die erste Hervorwölbung derselben erscheint als eine Wirkung des Andrängens der Hemisphären gegen das Zwischenhirn, und erst in der Folge gewinnt der Körper eine grössere Selbständigkeit. Die medial- und occipitalwärts sich vorschiebende Masse treibt den dahinter liegenden Wandabschnitt zur Seite und nähert sich dem Haubenwulst des Mittelhirns. Dabei entsteht hinter dem Thalamus eine seitliche, in's Gebiet der Kniehöcker hinein reichende Bucht, der Recessus geniculi (Rg. Fig. 9). Dieselbe verengt und schliesst sich am menschlichen Gehirn dadurch, dass Thalamus und Haubenwulst zusammentreffen und verschmelzen.[1] Aus dem zur Seite geschobenen Wandabschnitt werden die Kniehöcker, wogegen das Ganglion habenulae aus den an die Deckplatte anstossenden Theilen der Wand hervorgeht.

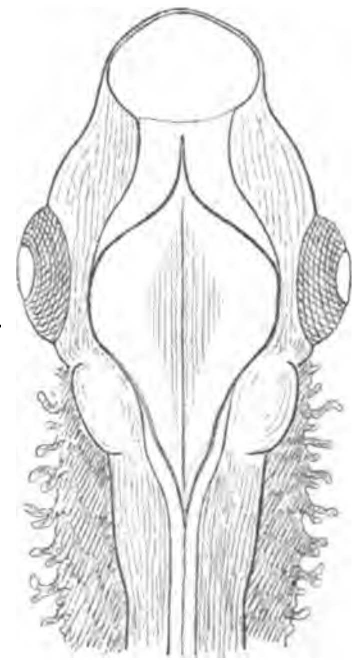


Fig. 33.
Kopf eines Pristiurus mit durchscheinendem Gehirn. Ansicht von der Rückseite.

Das secundäre Vorderhirn zerfällt, wie schon früher erörtert worden ist, in einen basalen, die Augenblase, entsendenden Abschnitt und in das eigentliche Hemisphärenhirn. Letzteres entstammt dem Flügelplattenantheil des Medullarrohres, und es begegnen sich in ihm die dorsale und die frontale Nath des letzteren. Beim menschlichen Embryo hat das Hemi-

[1] Beim menschlichen Fötus findet sich eine offene Grube noch während des dritten Monats. Man vergleiche meine Abbildungen im Aufsatze *über die Formentwickelung des Vorderhirns*. S. 734. Eine sehr ähnliche Grube zeichnet Wiedersheim am Gehirn von Hatteria. (*Grundriss der vergl. Anatomie*. 2. Aufl. 1888. S. 160).

sphärenhirn zur Zeit seines ersten Auftretens die Gestalt einer aufrecht stehenden Keule. Der frontale und der gewölbte dorsale Saum desselben sind frei, der hintere Rand ist längs einer frontalwärts concaven Linie mit dem Zwischenhirn verbunden, das verjüngte untere Ende des Hemisphärenhirns läuft vor dem Augenblasenstiel aus.

Eine frontalgestellte Furche, Turner's Fissura rhinica, scheidet frühzeitig das Gebiet des Riechlappens von dem des Mantels (Fig. 28). Die Furche trifft an der Hemisphärenbasis mit einer zweiten Furche zusammen, welche im rechten Winkel zur Fissura rhinica stehend, sowohl den Riechlappen, als den Mantel vom Wurzelgebiet des Augenblasenstieles scheidet. Der Riechlappen selber zerfällt durch einen seichten Einschnitt, die Fissura prima in einen vorderen und einen hinteren Theil. Diesem äusseren mehrschenkligen Furchensystem entspricht an der Innenfläche des Gehirns ein System von Wülsten, das wir in seiner Gesammtheit als Corpus striatum bezeichnen.

Der Streifenhügel geht, der äusseren Flächengliederung entsprechend, in drei Schenkel auseinander, deren vorderster, der Fissura rhinica folgend, vor dem vorderen Riechlappen ausläuft, während der zweite zwischen vorderem und hinterem Riechlappen durchgeht, der dritte aber das Riechlappengebiet vom Recessus opticus trennt.[1]

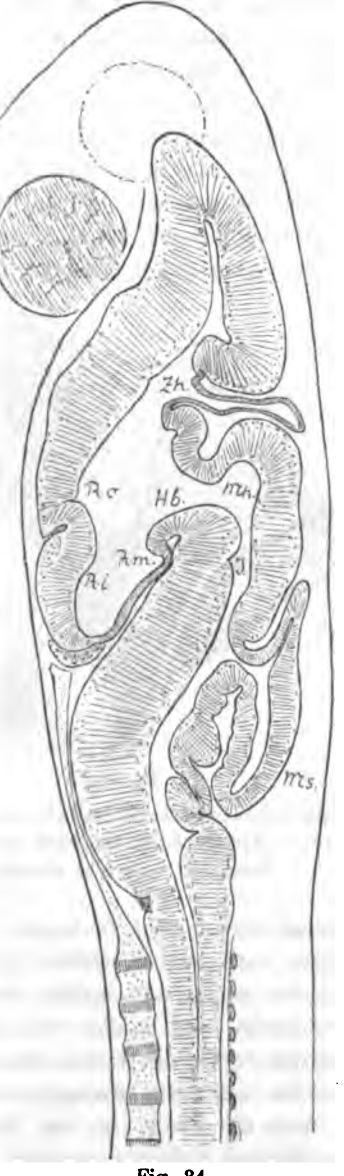


Fig. 34.
Medianschnitt eines jungen Mustelus.
Vergr. 9.

[1] Wenn v. Mihalkovics und Cunningham die Zugehörigkeit des Streifenhügels zur Fossa Sylvii leugnen, mit der Angabe, dass derselbe einer selbständigen Wandverdickung seinen Ursprung verdanke, so beruht dies auf mangelhafter Kenntniss der frühen Entwicklungsstufen. Die Verdickung der Wand tritt secundär ein, wie in zahlreichen ähnlichen Fällen, wie bei den Haubenwülsten, dem Thalamus opticus, der Linse des Auges, u. A. m.

Der hintere Rand des Hemisphärenmantels liegt der Pars thalamica des Zwischenhirns an, das Streifenhügelgebiet berührt in schmaler Ausdehnung die Pars thalamica, zum grössten Theil stösst es an die Pars subthalamica, bez. an die Wurzel des Augenblasenstieles. Der von dieser umschlossene Recessus opticus ist dem hinteren Schenkel des Streifenhügels zugewandt (Fig. 35).

Schon auf sehr frühen Entwicklungsstufen sind die Bezirke der späteren Hemisphärenlappen bestimmbar. Die Fissura rhinica verläuft jederzeit längs der Grenze zwischen dem Stirn- und Schläfenlappen einerseits, dem Riechlappen andererseits. Dabei berührt der Stirnlappen den vorderen, der Schläfenlappen den hinteren Riechlappen. Hinterhaupts- und Scheitellappen gehören dem frei überragenden Bogenstück des Hemisphärenmantels an.

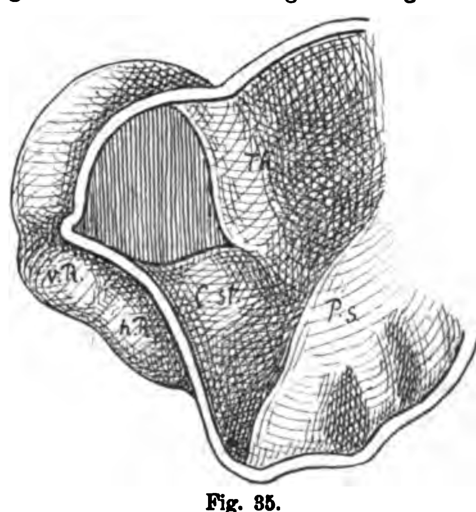


Fig. 35.
Vorderhirn des menschlichen $4\frac{1}{2}$ wöchentlichen Embryo. Medianschnitt. Das noch weite Foramen Monroi ist senkrecht schraffirt.

Dem Gesagten zufolge liegt das Riechhirn als Endabschnitt des Medullarrohres stets frontalwärts vom Hemisphärenmantel. Der vordere Riechlappen liegt dabei dorsal vom hinteren, und demgemäss auch der Stirnlappen dorsal vom Schläfenlappen, der Scheitellappen dorsal vom Hinterhauptslappen. Nach diesen ursprünglichen Beziehungen der Hirnabschnitte zu einander sind bei den verschiedenen Wirbelthieren die Theile des Hemisphärenhirns zu deuten. Die keulen- oder noch besser die keilförmige Grundgestalt desselben ist bei vielen Wirbelthierhirnen bis zu den Säugethieren herauf, sehr bestimmt ausgesprochen. Die frontale Endfläche des Keiles wird vom Riechhirn eingenommen, die dorsale Wandfläche wölbt sich frei empor und berührt die Schädeldecke, während die hintere Fläche, bald mehr, bald minder weit über das Zwischenhirn sich herüberlegt. Die ventrale Spitze des Keiles ist stets auf den Recessus opticus hin gerichtet, über ihr treffen Schläfenlappen und hinterer Riechlappen zusammen, und hier ist auch die Stelle, wo die Faserverbindungen des Hemisphärenhirns mit den übrigen Gehirnabschnitten zur Ausbildung gelangen. Der Streifenhügel aber erscheint in seinem einen Theil als Trennungswulst zwischen dem Hemisphären- und dem Zwischenhirn, in seinem andern Theil als Tren-

nungswulst zwischen Riechhirn und Pallium. Je mehr die selbständige Entwickelung dieses Hirntheiles fortschreitet, umsomehr verwischen sich seine ursprünglichen Beziehungen zur Aussenfläche des Gehirns.

Die Hemisphären bekommen eine mediale Wand von dem Zeitpunkt ab, da sie sich von einander und vom Zwischenhirn durch tiefer einschneidende Furchen trennen. Ihre Verbindung mit dem Zwischenhirn umfasst drei ungleichwerthige Strecken. Diese sind: 1. die nach hinten und scheitelwärts convexe Bogenlinie längs deren sich die mediale Hemisphärenwand mit dem Rand des Sehhügels verbindet; 2. das Verbindungsstück zwischen Sehhügel und Streifenhügel und 3. der Grund des Recessus opticus oder die Wand der Augenwurzelleiste, welche den Anschluss der Pars subthalamica des Zwischenhirns an den hinteren Schenkel des Streifenhügels vermittelt.

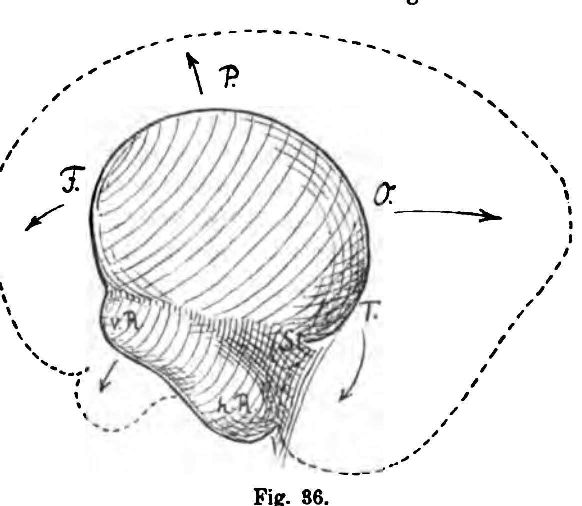


Fig. 36.
Schema zur Darstellung von der Ausbreitung der Grosshirnhemisphären beim menschlichen Embryo.

Von diesen drei Strecken sind die erste und soweit ich übersehe, auch die dritte für die bleibende Organisation des Gehirns von untergeordneter Bedeutung. Soweit im Bereich der ersten Strecke die mediale Hemisphärenwand dem Sehhügel anhaftet, ist sie eine dünne Lamelle, von der sich später im Limbus striae corneae noch Spuren erhalten. Die Grube des Recessus opticus verwächst zwar in der Folge grösstentheils, allein auch hier kommt es zu keiner durchgreifenden Faserverbindung. Dagegen gewinnt die directe Verbindungsstrecke zwischen Thalamus und Streifenhügel eine besondere Wichtigkeit, denn sie wird zur Strasse für die Fasermassen, welche zum Hemisphärenhirn hin- oder von ihm ausgehen. Ich habe diese Verbindung als Stiel des Streifenhügels bezeichnet, noch besser vielleicht wird sie kurzweg als Hemisphärenstiel bezeichnet. Aus ihr wird das vordere Ende des Hirnstieles (St. Fig. 36).[1]

[1] Leider hat Marchand in seiner wichtigen Arbeit über die Entwickelung des Balkens als „Stiel des Streifenhügels" einen ganz anderen Theil bezeichnet, als ich, und es kann dies zu fataler Verwirrung führen. Während ich darunter das ursprüng-

Der Hemisphärenstiel liegt ursprünglich an der hinteren Grenze des Hemisphärenhirns, dahinter folgt der Arcus thalami, längs dessen sich weiterhin der Tractus opticus entwickelt. Nach vorne und unten vom Stiel befindet sich der hintere Riechlappen, nach oben davon das Gebiet des Schläfenlappens. Mehr und mehr wird aber bei den höheren Hirnformen der Hemisphärenstiel zum Mittelpunkt, um welchen sich die Theile des Hemisphärenhirns im Bogen herumlagern. Auch hiefür gebe ich die Beschreibung vom menschlichen Fötalhirn: Indem die Hemisphären sich ausdehnen, tritt das frei werdende ventrale Ende des Schläfenlappens nach rückwärts über das Stielgebiet hinaus, dann senkt es sich hinter demselben herab, und schliesslich rückt es unterhalb des Stieles wieder nach vorne vor. Es beschreibt somit um den Stiel herum eine Bogenlinie. Ein Theil des Lappens verschiebt sich dabei über die Anheftungsstelle hinaus nach vorne, und es entsteht in Folge davon ein rückläufiger Streifen der medialen Wand, der sogenannte Uncus (Fig. 36).

In einem dem Schläfenlappen entgegengesetzten Sinn bewegt sich der Stirnlappen. Ventralwärts sich senkend, rückt er mit seiner frontalen Fläche bis in die Höhe des Sehnerven herab. Beim Gehirn des Menschen und der mikrosmatischen Säuger wölbt er sich auch über den Riechlappen hinweg und nimmt Theil an der Bildung der definitiven Hirnbasis, während bei den osmatischen Thieren der Riechlappen seine frontale Endstellung bleibend beibehält. Der Riechlappen selber biegt sich beim menschlichen Hirn derart zusammen, dass der vordere Lappen ebenso ventral oder noch ventraler zu stehen kommt, wie der hintere. Stirnlappen und Schläfenlappen rücken sich am verengten Eingang der Fossa Sylvii bis auf geringen Abstand entgegen, und nun umgiebt den Hemisphärenmantel als eine beinahe geschlossene Spange das Gebiet des Stieles. Als Bindeglied zwischen den beiden Enden der Spange, dem Stirn- und dem Schläfenlappen, erhält sich zeitlebens der hintere Riechlappen oder die Substantia perforata anterior der Anatomie.

Die Ausbildung der Hemisphären erfolgt somit nach Art eines sich öffnenden Fächers. Als die Strahlen des Fächers haben wir uns Linien zu denken, welche vom Hemisphärenstiel aus gegen die einzelnen Punkte des Mantelrandes hingeführt werden. In unmittelbarer Abhängigkeit von der eben beschriebenen fächerförmigen Entfaltung der Hemisphärenwand steht die Umgestaltung des Streifenhügels. Dieser besitzt, wie oben gezeigt wurde,

---

liche Verbindungsstück zwischen der Regio thalamica des Zwischenhirns und dem Streifenhügel verstehe, ist das, was Marchand „Stiel des Streifenhügels" nennt, mit meinem hinteren Schenkel identisch, das heisst, mit dem Streifen, welcher am Medianschnitt des Gehirns zwischen der Lamina terminalis und dem Recessus opticus sichtbar wird.

Anfangs drei im Bereiche des Riechlappens die Basis erreichende Schenkel. Noch ist das hintere Endstück, der Schweif, kaum angedeutet. Dasselbe läuft am menschlichen Embryonenhirn vom Beginn des zweiten Monats über der Ansatzstelle des Hemisphärenstieles kurz aus und ist zu der Zeit scheitelwärts gekehrt. In dem Maasse aber, als der Hemisphärenmantel vom Sehhügel frei sich abhebt und mit seinem Schläfentheil den Stiel umgreift, entwickelt sich in der zur Ausbildung kommenden lateralen Wand des Schläfenlappens, der nach abwärts und zuletzt nach vorne sich krümmende Schweif des Streifenhügels. Sein Endabschnitt erreicht den Hacken und ihm entspricht an der medialen Wand der Hemisphäre der Bogen des Ammonshorns. Der Streifenhügel als Ganzes betrachtet, besitzt nun auch seinerseits die Form einer beinahe geschlossenen Spange, deren beide Endstücke zur Basis herabreichen und deren Binnenraum vom Stiel eingenommen ist.

Das Wesentliche obiger Darstellung zusammenfassend, komme ich zum Ergebniss:

1. dass die allgemeine Morphologie des Gehirns eine nothwendige Grundlage für die Deutung der Faserbahnen bilden muss und

2. dass eine solche allgemeine Morphologie nur dann endgültig zu gewinnen ist, wenn wir auf die allerersten Entwickelungsstufen zurückgreifen. Nur von dieser ersten Anfangsstufe aus lässt sich der Bau sicher aufführen, dadurch, dass wir die frühesten topographischen Beziehungen der einzelnen Abschnitte des Markrohres zu einander genau feststellen und dann an der Hand dieser Merkmale die zunehmende Verwickelung der Formen verfolgen.

Die Entwickelung der menschlichen und thierischer Physiognomien.

Eine Skizze
von
Wilhelm His.

Einleitung.

Vom Jahresvorstand der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft, Hrn. Prof. E. Hagenbach-Bischoff, war ich vor einiger Zeit eingeladen worden, in einer der allgemeinen Sitzungen der diesjährigen Jahresversammlung in Basel einen Vortrag mit Projection embryologischer Bilder zu halten. Die vorzüglichen Einrichtungen von Hrn. Hagenbach im Basler Bernoullianum machten die Einladung zu einer sehr verlockenden, und als Thema wählte ich den in obiger Ueberschrift bezeichneten Gegenstand. Derselbe bot zur Vorführung verschiedenartiger Projectionsbilder reichliche Gelegenheit, und er war mir überdies durch meine diesjährigen Arbeiten über Gehirnmorphologie nahe gerückt worden.

Der Kopf und seine Geschichte sind von den vergleichenden Anatomen und den Embryologen seit langen Jahrzehnten so eingehend durchgearbeitet worden, dass ich im Nachfolgenden fast ausschliesslich an Bekanntes anzuknüpfen habe. Die von mir gewählte Betrachtungsweise weicht indessen von der Herkömmlichen insofern ab, als sie auf die frühesten Stufen der Kopfbildung zurückgreift und, vom Detail der Skelettentwickelung absehend, die Grundbedingungen der physiognomischen Gestaltung hervorzuheben sucht. Von dem wirklich gehaltenen Vortrag habe ich hier die einleitenden Bemerkungen über die Unterscheidung von Gehirn- und Gesichtsschädel weggelassen, und ich führe dafür die sachlichen Darstellungen etwas weiter aus, als dies, der Zeit und des Ortes halber, im mündlichen Vortrage hatte geschehen können.

Der embryologische Begriff des Schädels.

Den Begriff des Schädels fasse ich in der nachfolgenden Darstellung in seinem weiteren Sinn, und ich verstehe darunter das gesammte Kopfgerüst, mag es aus festen Geweben oder aus Weichtheilen aufgebaut sein. Das Knorpel- und das Knochenskelett, sowie die Muskelmassen und die Nerven sind secundär auftretende Bestandtheile des embryonalen Schädels. Von Anfang ab haben wir es, abgesehen von einigen unbedeutenden Muskelanlagen, am Vorderkopf nur mit dem Gehirn, den beiden Augenblasen, dem Ende des Vorderdarms und der Epidermis zu thun, von welch letzterer sich in der Folge die Riechgruben abgrenzen. Am Hinterkopf kommen hierzu noch die Ohranlagen und das Herz. Diese Theile bestimmen die erste Grundform des Kopfes. Ihre jeweilige Gestalt und gegenseitige Lagerung ist maassgebend für den Gang der nachfolgenden Umbildung.



Fig. 1.
Menschl. Embryo von 4 mm Länge. (L r.) Vergr. 30.

Der Raum für die Weich- und Hartgebilde des Schädels muss grösstentheils erst dadurch geschaffen werden, dass sich die Epidermis und die Sinnesorgane vom Gehirn mehr oder minder weit abheben. In dem frei werdenden Raum treten zuerst embryonales Bindegewebe und Gefässe, weiterhin Muskeln und Nerven auf. Verhältnissmässig spät kommt es zur Bildung von Knorpel

und von Knochen und so erscheint schliesslich der feste Schädel als ein innerer Ausguss zwischen den zuvor vorhandenen Weichtheilen. Weit davon entfernt, die Gestalt derselben zu bestimmen, ist er selber in seiner Form durch sie bedingt. Als solch ein secundärer Ausguss fixirt er die räumlichen Beziehungen der ihm ein- und umgelagerten Theile, und seine Gestalt erlaubt es, wenn die Weichtheile längst verwittert sind, Rückschlüsse zu machen auf Form und Grösse des Gehirns, auf die Entwickelung der Musculatur und auf eine Reihe sonstiger bedeutsamer Verhältnisse.

Grundgestalt des embryonalen Wirbelthierkopfes.

So bedeutend im ausgebildeten Zustande die Unterschiede in der Kopfgestaltung der verschiedenen Wirbelthierformen sind, so sind die ersten Vorstufen doch wenig von einander verschieden. Mag der Kopf einem Fisch, Vogel oder Säugethier angehören, so zeigt er, gleich dem von ihm umschlossenen Gehirn, Anfangs stets eine gegebene, ziemlich einfache Grundform. Er gliedert sich in zwei Hauptabschnitte: den gerundeten Vorderkopf und den Hinterkopf. Ersterer überragt als frei hervortretender Stumpf den übrigen Körper; dem Hinterkopf aber ist ein Hohlraum angefügt, der das Herz umschliesst und den wir als primäre Brusthöhle bezeichnen können. Die Seitenwand des Hinterkopfes wird durch eine Anzahl schräger Furchen in einzelne, hintereinander liegende Streifen, die Kiemen- oder Schlundbogen gegliedert. (Figg. 1—4).

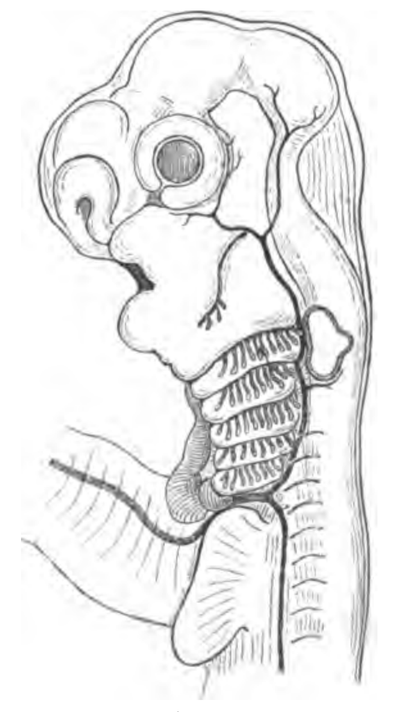


Fig. 2.
Kopf von Pristiurus. Vergr. 13·3.

Vorderkopf und Hinterkopf beschreiben zusammen einen dorsalwärts convexen Bogen. Das Gehirn als geschlossenes Rohr folgt der Convexität des Bogens, sein vorderes Ende läuft, etwas aufgetrieben und mehr oder minder abgerundet, im vornübergebogenen Theile des Vorderkopfes aus, und es bedingt an diesem eine wulstige Vortreibung, den Stirnwulst. Auf das Gehirnrohr folgt als axialer Strang die Rückensaite, und auf diese als zweites Rohr das Eingeweiderohr,

dessen Endabschnitt, als Vorderdarm, auf jüngeren Entwickelungsstufen im Vorderkopf blind ausläuft. (Fig. 5). Sein Ende wird vom Stirnwulst überragt. Wir bezeichnen den auf den Stirnwulst folgenden, das Ende des Vorderdarmes umschliessenden Abschnitt des Vorderkopfes als dessen Gesichtstheil. Seine Oberfläche ist hier zu einer flachen Bucht eingesunken, der Mundbucht, welche scheitelwärts vom Stirnwulst, brustwärts von den zwei Hälften des Unterkieferbogens und seitlich von zwei Längswülsten, den Oberkieferwülsten eingefasst wird. Den Grund der Mundbucht bildet eine dünne, zweiblätterige Haut, die Remak'sche Rachenhaut. Dieselbe bricht frühzeitig durch und nun erst führt der Mund in's



Fig. 3.
Menschlicher Embryo von 4 mm (Lr) von vorn. Constructionsbild. Vergr. 30.

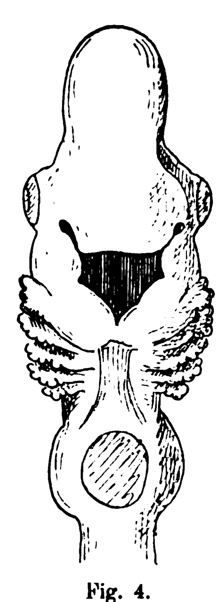


Fig. 4.
Pristiuruskopf von vorn. Vergr. 13·3.

Innere des Eingeweiderohres hinein. Bei der Mehrzahl der Wirbelthierembryonen ist in früheren Perioden der Eingang zur Mundbucht, das primäre Maul, unverhältnissmässig gross, und es hat eine fünfeckige Gestalt, indem es mit scharf ausspringenden Ecken in fünf Rinnen ausläuft. Zwei obere Rinnen, die Augennasenrinnen, liegen zwischen dem Stirnwulst und den beiderseitigen Oberkieferwülsten, zwei andere zwischen den letzteren und den Seitenhälften des Unterkieferbogens, und die fünfte unpaare Rinne trennt die Unterkieferhälften von einander. (Figg. 3 und 4).

Morphologisch betrachtet, erscheint der Vorderkopf als das keilförmige Endstück der cylindrischen, in ihrer Gesammtheit ventralwärts gebogenen

Körperanlage. Seine frontale Fläche enthält in schräger Aufeinanderfolge die Enden des Hirnrohres und des Vorderdarmes, und als seine ventrale Kante erscheint der Rand des Unterkieferbogens. Es ist diese frontale oder Gesichtsfläche des Vorderkopfes, obwohl sie bauchwärts gekehrt erscheint, der Bauchfläche des übrigen Körpers morphologisch nicht gleichwerthig. Sie hat die Bedeutung einer zwischen die Rücken- und die Bauchfläche des Körpers eingeschobenen selbständigen Endfläche, oder eines natürlichen Querschnittes des Körpers.[1] Nur um weniges von der Endfläche getrennt, liegen dorsalwärts vom Eingeweiderohr das spitze Ende der Chorda, und ventralwärts davon die Kuppel der primären Brusthöhle mit dem Bulbusende des Herzens. Die vorwiegend ventralwärts gekehrte Richtung des Gesichts ist aber eine natürliche Folge von der ventralwärts gerichteten Axenkrümmung des gesammten Vorderkörpers. In ihrem Stirntheil umschliesst die Endfläche des Körpers die Anlagen von Geruchsorgan und Auge, deren Nerven schon die älteren Morphologen mit Recht aus der Reihe der „spinalen" ausgeschieden haben. Im Gesichtstheil des Vorderkopfes liegt vor der Endfläche des Eingeweiderohres die Mundbucht. Sie erscheint als gemein-



Fig. 5.
Menschlicher Embryo (αr). Construction des Medianschnittes. Vergr. 30. Die punctirte Linie bezeichnet den Ort der Rachenhaut, deren Insertion oben zwischen Rathke'scher und Seessel'scher Tasche, unten auf der Kante des Unterkiefers ausläuft.

[1] Ich komme etwas in Verlegenheit hinsichtlich einer Bezeichnung dieser vorderen Endfläche des Körpers und seiner einzelnen Röhrensysteme, des Gehirn- und des Eingeweiderohres. Wenn irgend eine Fläche das Recht hat Stirnfläche zu heissen, so ist es diese vordere Endfläche. Sie steht aber ursprünglich senkrecht zur Körperaxe und, laut der durch Henle eingeführten Terminologie, bezeichnen wir mit „frontal" eine Richtung parallel der Körperaxe. Daran lässt sich zur Zeit nichts ändern, allein es ist hervorzuheben, dass die Henle'sche Bezeichnungsweise im Widerspruch mit dem Gebrauch des täglichen Lebens steht. Wir sprechen von der Frontlinse eines Mikroskopes, von dem Stirnstück eines Apparates, vom Stirnholz u. s. w, womit wir in allen den Fällen eine Flächenrichtung senkrecht zur Axe im Auge haben. Vielleicht würde man mit dem Ausdruck „faciale Endfläche" auskommen, ich gestehe indessen, dass ich den Ausdruck „frontale Endfläche" nicht gern Preis gebe.

same Ausbuchtung zweier den Kopf quer durchschneidender Furchen. Die mehr dorsal liegende Furche umgreift mit ihrem medialen Theil die Endfläche des Gehirns und sie vertieft sich in der Folge zur Rathke'schen oder Hypophysentasche. Ihre Seitentheile sind die zwischen Stirnwulst und Oberkiefer einschneidenden Augennasenrinnen und deren lateralster Aus-



Fig. 6.
Profilansicht eines menschlichen Embryo, Profil bei welchem noch drei Schlundbogen sichtbar sind. Vergr. ca. 10.

läufer wird gemäss meiner älteren, in der Monographie der Hühnchenentwickelung (S. 138) gegebenen Darstellung zur Linsengrube. Die zweite Querspalte schneidet zwischen Ober- und Unterkieferbogen durch und sie wird zur eigentlichen Mundspalte.[1]

[1] Bekanntlich leitet Dohrn die Mundöffnung und die Hypophyse aus „Kiemenspalten" ab. Die Darstellung trifft zu, so wie man das Wort „Kiemenspalten" mit

Die Bildung des Halses und ihre Grundbedingungen.

Der gegebenen Darstellung zufolge reicht die primäre Brusthöhle bis zum Unterkiefer herauf in das Gebiet des Hinterkopfes herein. Es fehlt somit dem Embryo sämmtlicher Wirbelthierklassen jenes höhlenfreie, in der Regel etwas verjüngte Zwischenstück zwischen Kopf und Rumpf, das wir den Hals nennen. Für die Physiognomie des späteren Kopfes ist es nun vor Allem entscheidend, ob die Brusthöhle nebst dem Herzen dem Kopf verbunden bleibt, oder ob sich zwischen beide ein höhlenfreier Hals einschiebt. Bei niederen Wirbelthieren kommt es nicht zur Halsbildung, der

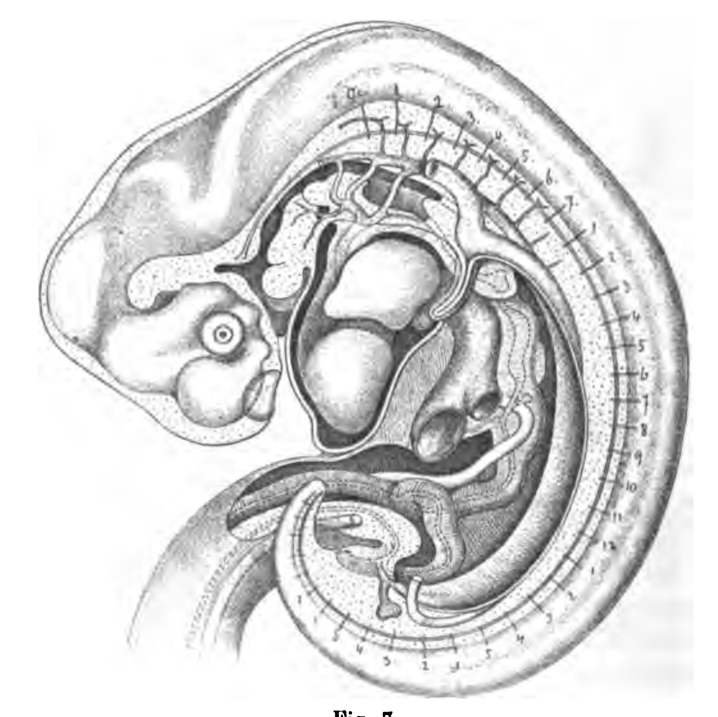


Fig. 7.
Anatomie des Embryo Pr. Constructionsbild. Vergr. ca. 10. (s. Anatomie menschlicher Embryonen. S. 259).

„Querspalte" ersetzt. Ob jede am Kopf auftretende Querspalte die Bedeutung einer ancestralen Kiemenspalte hat, das ist mit den vorhandenen Hilfsmitteln überhaupt nicht zu entscheiden und bleibt vorläufig eine Glaubenssache. Vom rein anatomischen Standpunkt aus sind medial und lateral gelegene Spalten und Spaltenabschnitte zu unterscheiden. Die oben besprochenen, der Endfläche des Körpers angehörigen zwei Furchen sind die einzigen, welche von einer Seite zur anderen durchschneiden, wogegen die eigentlichen Kiemenspalten nur der Seitenwand des Kopfes angehören. Medialwärts von diesen liegt am Hinterkopf die primäre Brusthöhle mit dem Herzen.

Kopf bleibt in breiter Verbindung mit dem Rumpf. So hat bei Fischen das Herz nebst den grossen Gefässstämmen die Lage, welche es bei höheren Wirbelthieren nur in frühem embryonalem Zustande einnimmt. Es liegt im einspringenden Winkel zwischen den Kiemenbogen und entsendet auf directem Wege seine Gefässe an dieselben. Bei Amphibien findet sich ein Hals kaum andeutungsweise. Das Herz liegt noch unweit vom Kopf, und

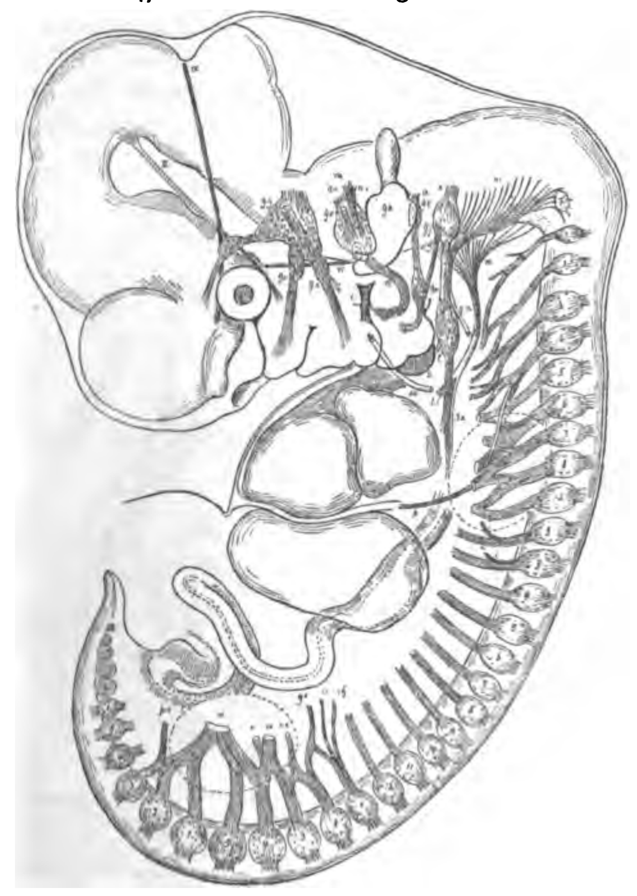


Fig. 8.
Peripherisches Nervensystem des Embryo Ko. 10·2 mm Länge. Vergr. ca. 10.

an der Wirbelsäule unterscheiden die vergleichenden Anatomen einen einzigen Halswirbel. Dagegen tritt von den Reptilien an nach aufwärts eine Scheidung des Kopfes vom Rumpf durch Einschiebung eines höhlenfreien Halses ein. Der Process der Halsbildung ist ein sehr eigenthümlicher und beim Versuch, denselben darzustellen, halte ich mich zunächst an den Menschen, dessen Entwickelungsgeschichte ich am genauesten kenne.

Bei allen amnioten Wirbelthieren, den Reptilien, Vögeln und Säugethieren tritt von einem bestimmten Zeitpunkt der Entwickelung ab eine starke Vornüberbiegung des Kopfes ein. Sie combinirt sich im allgemeinen mit einer gleichzeitigen Hebung des Beckenendes, und so nimmt, in besonders auffälliger Weise beim Menschen, der Körper die Form einer C-förmigen Spange an. Die dorsale Grenze zwischen dem Kopf und dem zukünftigen Hals zeichnet sich am Profilbilde als eine zeitweise sehr scharfe Ausbiegung, als sogenannter Nackenhöcker. Indem der Kopf sich vorne überbiegt, wird das an seiner ventralen Seite gelegene Herz in den Winkel zwischen Kopf und Rumpf eingeklemmt. Schon durch den Process der

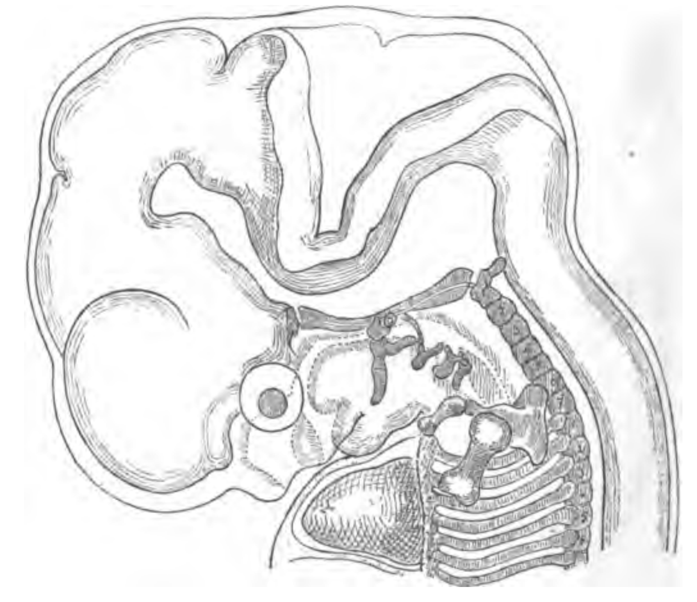


Fig. 9.
Anatomie eines menschlichen Embryo von 13·6 mm Länge. Constructionsbild. Vergr. 10.

Zusammenkrümmung wird die Stellung der Brusthöhle und des Herzens zur Wirbelsäule (bezw. zur Urwirbelsäule), eine andere, das Herz und die Brusthöhle, werden nunmehr von mehreren Urwirbeln überragt. In der Folge schiebt sich die Urwirbelsäule noch mehr in die Höhe, so dass schliesslich sieben bis acht Urwirbel über das Niveau der Brusthöhle zu liegen kommen. In dieser Zeit können wir unschwer das Gebiet des späteren Halses umschreiben. Derselbe bildet einen zwischen Kopf und Rumpf eingeschobenen Keil, dessen Kante nach vorne, in einer einspringenden Kehle, unter dem zweiten Schlundbogen, dem sogenannten Hyoidbogen aus-

läuft. Während der Zeit der Zusammenbiegung sind der vierte und der dritte Schlundbogenwulst in die Tiefe gerückt und vom hinteren Rande des Hyoidbogens überdeckt worden. Dieser tritt somit bis dicht an den Halskeil heran und schiebt sich noch eine Strecke weit über ihn hinweg,

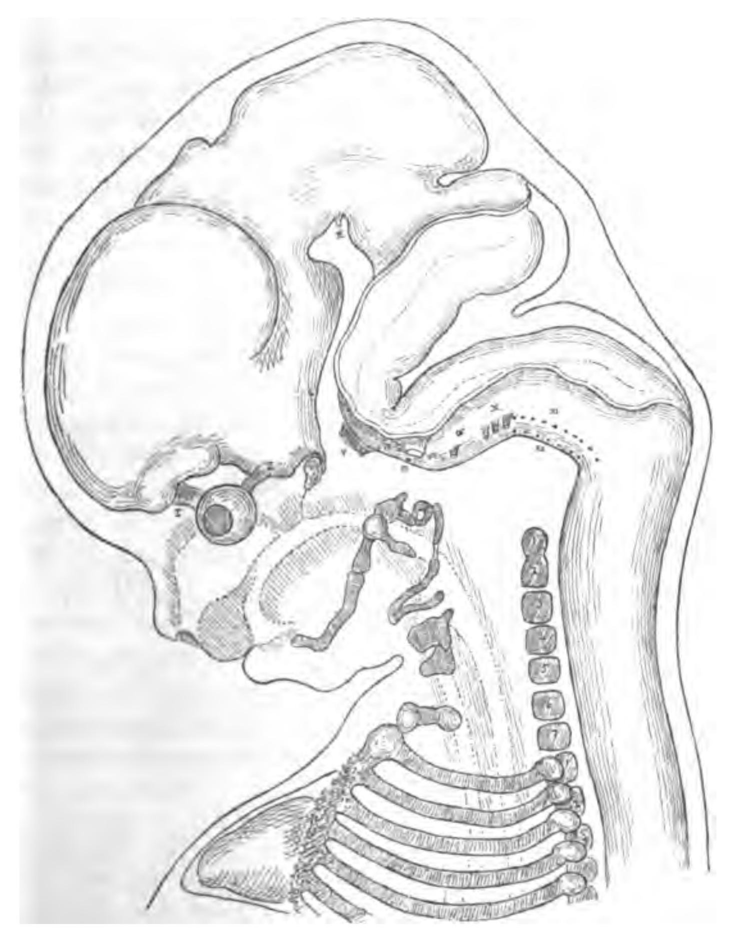


Fig. 10.

Anatomie eines menschlichen Embryo von ca. 20 mm Länge. Constructionsbild. Vergr. ca. 10.

Diese Figur findet sich in einem früheren Aufsatz über das Rautenhirn mit versetzten Zahlenangaben (10 wöchentlich, 7fach vergrössert, anstatt 7 wöchentlich, 10fach vergrössert).

wobei sich die Spalten durch Verwachsung schliessen. Nur von der ersten Spalte erhält sich ein Theil als Ohröffnung, und aus den sie umgebenden Wülsten entsteht in der Folge die Ohrmuschel.

Nachdem die Vornüberbiegung des Kopfes ihr Maximum erreicht hat, wird dieselbe wieder rückgängig. Der Kopf hebt sich allmählich wieder in die Höhe, der Unterkieferbogen und der Hyoidbogen lösen sich aus ihrer Verbindung mit der Vorderwand der Brusthöhle, und das Herz bleibt in seiner Stellung vor dem Rumpf liegen. In eben dem Maasse, als der Kopf sich emporhebt, wird der Hals auch nach vorn freier, noch bleibt er indessen längere Zeit hindurch sehr niedrig und behält somit im Profil gesehen, seine charakteristische Keilform bei. Die Ausbildung einer vorderen Halswand vollzieht sich ziemlich langsam, auf Kosten der sich streckenden Nachbargebiete, besonders auf Kosten der ursprünglichen Brustwand. Ich kann hier auf die beifolgenden Constructionsbilder zweier menschlicher

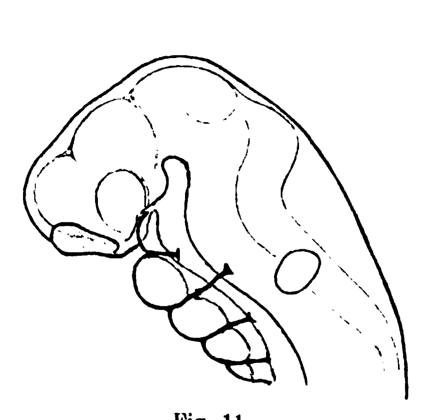


Fig. 11.
Profil der Kopfanlage eines menschl. Embryo von ca. 4 mm (α). Das Gehirn und die Lichtung des Vorderdarmes sind einconstruirt. Vergr. 20.

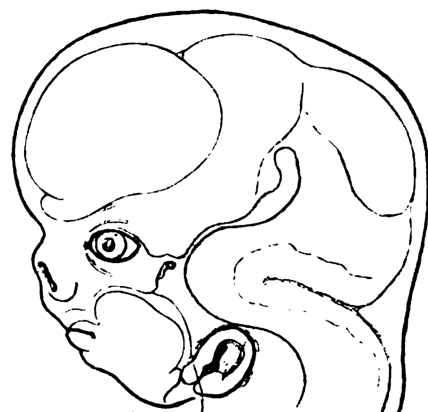


Fig. 12.
Profil eines Embryo von $18\frac{1}{2}$ mm Normallänge. Gehirn und Mundrachenraum sind eingezeichnet. Vergr. 5.

Embryonen hinweisen. Bei dem einem (Fig. 9), läuft der vordere Halseinschnitt noch scharf aus, und die Submandibularfläche liegt der Brustwand unmittelbar an. Beim anderen (Fig. 10) hat sich das Kiefergebiet von der Brust abgelöst, und die zur Zeit noch niedrige vordere Halsfläche hebt sich nunmehr aus dem Endabschnitt der Brustwand empor. Dieselbe umfasst die Strecke zwischen dem oberen Rand des Sternums einerseits und dem Halseinschnitt andererseits. Vom Kehlkopf liegt erst der Ringknorpel in deren Bereich.

Charakteristisch ist schon für die frühesten Perioden embryonaler Halsbildung das Hervortreten eines Doppelkinns in der Profilansicht. Dies Doppelkinn erhält sich durch alle nachfolgenden Perioden hindurch, und es stellt die Unterfläche des Hyoidbogengebietes dar. Der Hals umfasst auf

früheren Entwicklungsstufen auch noch die Abgangsstelle der oberen Extremitäten. Es liegen beim sechswöchentlichen menschlichen Embryo (Fig. 9) der Oberarmkopf und beinahe das ganze Schulterblatt über der ersten Rippe, und das Letztere erreicht mit seinem oberen Rand die Höhe zwischen fünftem und sechstem Halswirbel.

Aus obiger Darstellung geht hervor, dass die spangenartige Vornüberbiegung des Kopfes gegen den Rumpf eine nothwendige Vorbedingung zur Halsbildung ist, und es wird verständlich, dass alle jene Wirbelthiere eines eigentlichen Halses entbehren, welche im embryonalen Zustande die Zusammenbiegung nicht durchgemacht haben.

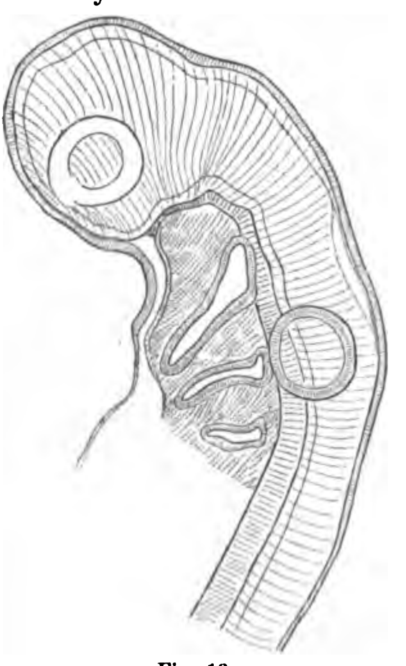


Fig. 13.
Kopf eines Pristiurusembryo von 3·7 mm Länge. Vergr. 50.

Gehirnschädel.

Nur mit wenigen Worten trete ich auf eine Besprechung des Gehirnschädels ein. Dieser erscheint auf jüngeren Entwickelungsstufen als eine das Gehirn nebst dem Gehörlabyrinth knapp umschliessende Kapsel. Das Labyrinth, Anfangs neben dem verlängerten Mark liegend, pflegt sich weiterhin in den einspringenden Winkel zwischen dem Rautenhirn und der Basis des Grosshirns einzudrängen, und es bedingt eine in der Regel nur wenig vorspringende Ausladung an der Schädelbasis.

Die Grundform des Gehirnes und somit auch des Schädels ist bei den jüngeren Embryonen höherer Wirbelthiere gestreckter, denn in der Folge, besonders gilt dies vom Rautenhirn. Durch die zunehmende Entwickelung der verschiedenen Axenkrümmungen, besonders der Brücken- und der Scheitelkrümmung, wird die Grundform des Gehirnes gedrungener und mehr gerundet. Als Beispiel gebe ich aus einer früheren Publication die Kopfdurchschnitte zweier menschlicher Embryonen verschiedenen Alters (Fig. 11, ca. $3^1/_2$ und Fig. 12, 7 Wochen).

Den Charakter einer knapp anliegenden Gehirnkapsel behält der Schädel bei zahlreichen höheren Wirbelthieren bei, am constantesten vielleicht in der Klasse der Vögel. Unter den Säugethieren sind es, neben dem Menschen, vor Allem die kleineren Säugethiere deren Gehirnschädel noch einfach veranlagt ist.

Der Gehirnschädel kann nun über seine einfache Form einer Kapsel nach verschiedenen Richtungen hinauswachsen. Es können sich an ihm gesonderte Aufsätze als Geweihe, Hornzapfen u. dgl. entwickeln, es können in seiner Wand Binnenräume entstehen, welche vom Gehirn unabhängig sind, und endlich kann sich an seiner Oberfläche ein System von Leisten, Vorsprüngen und Nebenknochen entwickeln, welche Muskeln zum Ansatz dienen. Bei Fischen pflegt schon die eigentliche Schädelhöhle geräumiger zu sein, als zur Aufnahme des Gehirns erforderlich ist, und der überschüssige Raum wird von Fett und von lockerem Bindegewebe eingenommen. Aehnliche Verhältnisse kehren bei höheren Wirbelthieren nur in beschränktem Maasse und wesentlich nur an der Schädelbasis wieder. Dagegen begegnen wir gerade bei grösseren Säugethieren und theilweise auch bei Vögeln luft- oder fettführenden Nebenräumen im Inneren von Schädelknochen, vor Allem des Stirnbeines. Es führen solche Bildungen zu mehr oder minder mächtigen Auftreibungen und charakteristischen Umgestaltungen der Schädeltheile.[1] Eine allgemeine Gesetzmässigkeit derartiger Vorkommnisse ist vorerst nicht zu erkennen, wogegen die grundlegenden Bedingungen zur Bildung von Muskelfortsätzen unschwer zu übersehen sind. Solche Fortsätze entstehen eben überall da, wo die einfache Gehirnkapsel für den Ansatz der Kau- und der Nackenmusculatur nicht ausreicht. Bei den grösseren Säugethieren treten solche Muskelfortsätze in der Form der bekannten Sagittal- und Querleisten am Scheitel und Hinterhaupt auf. Bei den gehirnarmen und muskelreichen Fischen dagegen erscheint die hintere Kopfhälfte mit zahlreichen Fortsätzen und Spitzen besetzt, welche sämmtlich zum Ansatz von Muskeln dienen. Hier erlaubt selbstverständlich die Aussenform des Schädels auch nicht annähernd Rückschlüsse auf die Gestalt des von ihm umschlossenen Gehirns.

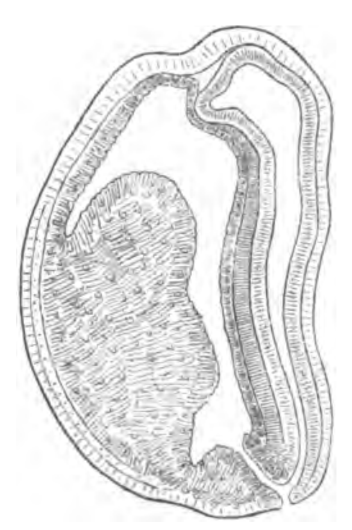


Fig. 14.
Medianschnitt einer Froschlarve.
Vergr. 25.

[1] Man vergleiche hierzu die Durchschnitte durch Elephanten- und Giraffenschädel in Owen's *Compar. Anatomy.* Bd. II. S. 439 und 476, sowie in Flower's *Osteologie der Säugethiere* (deutsche Uebersetzung) S. 191. Flower's, Der Durchschnitt eines Tonkokopfes bei Owen, a. a. O. Bd. II. S. 131.

Erste Anlage des Gesichtsschädels, Riechgruben und Stirnfortsätze.

Der Gesichtsschädel umgreift den Mundrachenraum und von Sinnesorganen die Augen und die Nasenhöhlen. Seine embryologischen Elemente sind die drei Stirnfortsätze, die Oberkiefer- und die Unterkieferfortsätze. Am bedeutsamsten für die Geschichte der Physiognomie ist die Bildung der Stirnfortsätze. Sie bilden die Grundlagen jenes vortretenden Gesichtstheiles, den wir je nach der Thierspezies als Nase, Rüssel, Schnabel oder Schnauze bezeichnen. Als zusammenfassender Ausdruck passt wohl das Wort Schnauze am besten.

Auf der jugendlichen Entwickelungsstufe, von deren Betrachtung ich oben ausgegangen bin, zieht sich die Oberhautanlage wie eine Haube dicht über das Ende des Hirnrohres hinweg. Ich bezeichne diesen Ueberzug kurzweg als Stirnhaube. Da wo die Haube das Gehirn verlässt, setzt sie sich auf jungen Stufen direct in die Rachenhaut fort (Figg. 13 und 14). Die Endfläche des Gehirnrohres zerfällt ihrerseits, wie dies im vorigen Aufsatze gezeigt wurde, in einen Stirntheil im engeren Sinne und einen basilaren Grundtheil, welche beiden sich unter einem mehr oder minder stumpfen Winkel von einander absetzen. Auf der Grenze beider Abschnitte nehmen die Stiele der zwei Augenblasen ihren Anfang. Die beiden Abschnitte der Endfläche sind, gleich der ursprünglichen Abgangsstelle der Augenblasenstiele, an Wirbelthiergehirnen zeitlebens zu unterscheiden. Die quer gestellte Basilarleiste bezeichnet die ventrale Grenze der Endfläche des Gehirns. Dieselbe ist auch der Ort, vor welchem ursprünglich die Rachenhaut ihren Anfang nimmt. Bei weiter fortschreitender Entwickelung pflegt indessen die Stirnhaube die Basilarleiste zu umgreifen und es entsteht so eine vom oberen Theil der Mundbucht abgehende Tasche, die erste Anlage des Hirnanhanges. Bei Amphibienlarven findet sich die Abgangsstelle der Rachenhaut ungewöhnlich weit stirnwärts vorgeschoben (Fig. 14).

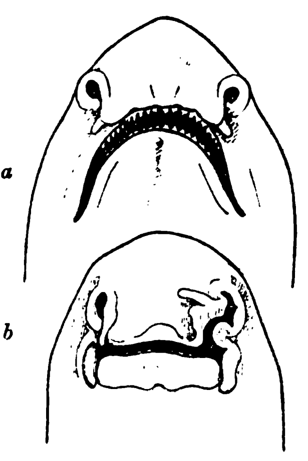


Fig. 15.
Schnauze von Scyllium canicula (*a*) und von Chiloscyllium punctatum (*b*) (nach J. Müller und Henle). Bei Fig. *b* ist auf der einen Seite die Nasenklappe zurückgeschlagen und der Einblick in die Nasengrube freigelegt.

Wenn nun das Gehirn weiter auswächst und insbesondere, wenn die an seinem Vorderende hervortretenden Grosshirnhemisphären sich empor-

wölben, so erfährt die Stirnhaube eine entsprechende Ausdehnung. Allein unabhängig davon zeigt sie ihr eigenes Flächenwachsthum und in Folge davon hebt sie sich vom Gehirne stellenweise ab und bildet eine blasenartige Falte, die Schnauzenfalte (Figg. 11, 18, 22 u. 23 des vorigen Aufsatzes). Die Abhebung der Stirnhaube vom Gehirn ist die Vorbedingung zur eigentlichen Schnauzenbildung. Hat sich einmal ein Zwischenraum zwischen der abgehobenen Oberhaut und dem Gehirn gebildet, so füllt er sich zunächst mit gallertiger Bindesubstanz an und später treten in ihm Knorpel und Muskeln auf.

Fig. 16.

Kopfdurchschnitt einer Larve vom Lepidosteus von 1 Zoll Länge (nach K. Parker).

Jederseits von der Stirnhaube entstehen frühzeitig zwei flache Eindrücke, in deren Bereich die Oberhaut verdickt ist. Es sind dies die bei allen cranioten Wirbelthieren vorkommenden Riechfelder. Aus den Zellen der verdickten Felder entwickeln sich die Fasern der Riechnerven, welche, zu Bündeln sich ansammelnd, das Gehirn erreichen. Bei zunehmender Abhebung der Stirnhaube sinken die beiden Felder zu Gruben, den sog. Riechgruben ein, und sie werden nun von mehr oder minder gewulsteten Rändern umfasst. Durch die zwei Riechgruben zerfällt die Vorderfläche der Schnauzenfalte in drei Abschnitte, die man als mittleren und seitliche Stirnfortsätze zu bezeichnen pflegt. Von vorne gesehen, stellt sich der mittlere Stirnfortsatz als breiter viereckiger Lappen dar, der an seinem freien Ende in zwei seitliche Ausladungen sich verlängert, die seitlichen Stirnfortsätze dagegen sind dreieckige, nach abwärts sich zuschärfende Streifen. Seitlich von ihnen folgen die sehr viel mächtigeren Oberkieferfortsätze.

In wenig veränderter Form erhalten sich die Verhältnisse bei Selachiern; bei Rochen und Haien (Raja, Scyllium u. a) liegt nämlich zwischen beiden Nasenlöchern ein viereckiger Streifen, der an seinem freien Rande in zwei seitliche, zuweilen noch mit besonderen Anhängseln versehene Verlängerungen, die Nasenklappen ausläuft. Hebt man die Nasenklappen auf oder schneidet man sie ab, so kommt der ge-

sammte Zugang zu den nach auswärts sich öffnenden Nasengruben zur Anschauung (Fig. 15, *b*).[1]

Bei Knochenfischen sind zwar die Riechgruben nach vorne offene Blindsäcke, allein sie besitzen zwei übereinander liegende Oeffnungen. Dies ist dahin zu verstehen, dass die frei hervortretenden Seitenflügel des mittleren Stirnfortsatzes, die bei Selachiern als Nasenklappen unbefestigt geblieben waren, sich hier mit dem anstossenden Oberkiefer verbunden haben. Die ursprünglich einfache Oeffnung der Riechgrube ist durch die Verwachsungsbrücke in zwei getheilt worden. Bemerkenswerth ist dabei der Umstand, dass die untere, den primären Choanen höherer Wirbelthiere entsprechende Oeffnung über dem Lippenrand ausläuft, und dass sie hiedurch vom Mundrachenraum getrennt bleibt. Bei den Amphibien bildet die Verwachsungsbrücke zwischen dem mittleren Stirnfortsatz und dem Oberkiefer direct den Lippenrand.[2] Von den beiden durch die Brücke von einander geschiedenen Oeffnungen gehört nur noch die obere der Gesichtsfläche an, die untere ist als hintere Nasenöffnung oder als primitive Choane dem Mundrachenraum zugekehrt, in dessen vorderem Abschnitt sie ausläuft. Bei allen höheren Wirbelthieren findet dieselbe Verwachsung des mittleren Stirnfortsatzes mit dem Oberkieferfortsatz statt, und es scheiden sich dadurch eine Gesichts- und eine Mundrachenöffnung der Riechhöhlen.

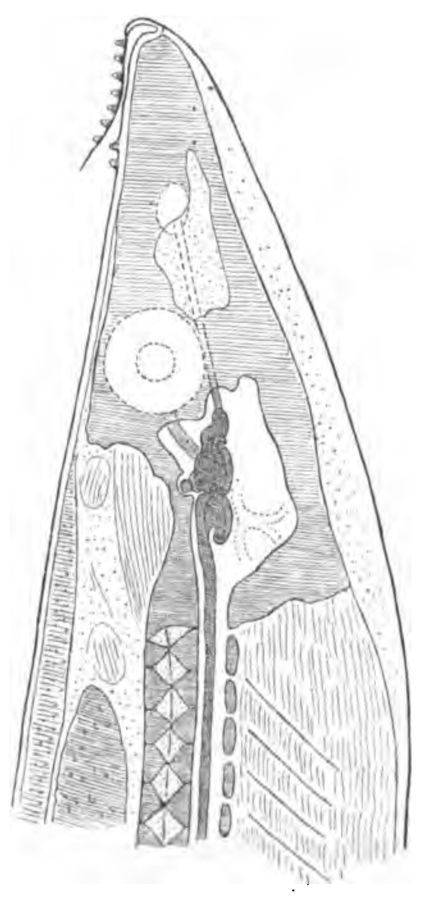


Fig. 17.
Durchschnitt durch den Kopf des Rheinlachses (auf Grund der Zeichnungen von C. Bruch).

[1] Man vergleiche hiefür die Tafeln der „Systematischen Beschreibung der Plagiostomen“ von J. Müller und J. Henle. Berlin 1841.

[2] Gute Abbildungen des mittleren Stirnfortsatzes bei Batrachiern finden sich in Goette's *Entwickelungsgeschichte der Unke*. Taf. III.

Erstere bezeichnen wir nun einfach als Nasenloch, die letztere ist die primäre Choane.[1] Dursy, welcher in seiner Arbeit über die Entwickelungsgeschichte des Kopfes den Verwachsungsvorgang bei Säugethieren genauer studirt hat, hat für die Verwachsungsbrücke den Namen des primären Gaumens vorgeschlagen. Die Bezeichnung ist insoferne nicht eindeutig, als darunter häufig die vom Gehirnschädel gebildete Decke des ursprünglichen Mundrachenraumes verstanden wird, d. h. eine Fläche, die zum grösseren Theil hinter den primären Choanen liegt. Bei Amphibien kommt es nie zur Bildung eines definitiven Gaumens. Die Schädelbasis und der Boden der Augenhöhlen bilden die unmittelbare Decke des Mundrachenraumes. Auch liegt das Os palatinum der vergleichenden Anatomen ausschliesslich hinter der Choanenöffnung. Andeutungen einer Gaumenanlage findet man bei Batrachiern in Form einer die Decke des Mundraumes im Bogen umgreifenden und gegen dessen Lichtung vorspringenden scharfen Leiste.

Bei höheren Wirbelthieren bildet sich vom Seitentheile des Kiefergerüstes aus eine Querplatte, der eigentlichen Gaumen, durch welchen der obere Theil des Mundrachenraumes vom unteren geschieden wird. Ersterer bleibt in Verbindung mit den ursprünglichen Riechhöhlen, beide zusammen stellen nun das System der Nasenhöhlen dar. Soweit die primitive Riechhöhle durch die Ausbreitung des Riechnerven charakterisirt ist, pflegen wir sie in der Anatomie als Regio olfactoria der Regio respiratoria gegenüberzustellen. Letztere geht zum grossen Theil aus dem secundär hinzugefügten Raume hervor. Durch die Entwickelung des eigentlichen Gaumens bildet sich die definitive oder secundäre Choane aus, welche tiefer in den Mundrachenraum hineinreicht, als dies die primäre gethan hatte. Indem die Gaumenplatte auf eine kürzere oder längere Strecke hin den Rand der Regio olfactoria überschreitet und dem Sphenoidaltheil der Schädelbasis entlang läuft, entsteht jederseits ein die Nasenhöhle mit dem Rachen verbindender niedriger Gang, der Nasenrachengang der Anatomen.

Stellung und Umlagerung der Schnauzenfalte.

Die Schnauzenfalte bildet sich vor der Endfläche des Gehirnrohres und sie überbrückt ursprünglich sowohl den Grundtheil, als den Hemisphärentheil dieser Fläche. Die eine Strecke der Faltenbasis entspricht dem späteren sphenoidalen, die andere dem ethmoidalen Abschnitte des Schädelgrundes. Der hintere Rand der Schnauzenbasis wird ursprünglich von der Vorder-

---

[1] Bei Dipnoern sind beide Oeffnungen der Riechhöhle hinter der Oberlippe. Wiedersheim, *Grundriss der vergleichenden Anatomie.* 2. Aufl. S. 203.



wand der Rathke'schen Tasche gebildet (zu vergleichen die Figuren des vorigen Aufsatzes 13 und 14 Scyllium, 17 Frosch, 18 Axolotl, 19 Salamander, 22 Forelle, 28 Mensch, 32 Hühnchen). In der Folge kann sich die Falte mehr nach der einen oder der anderen Richtung hin verschieben. Am menschlichen Kopf z. B. entwickelt sie sich vorwiegend basilarwärts und sie verengt von oben her den weit angelegten Mundraum. Dies ist hier umsomehr den natürlichen Bedingungen entsprechend, als sich ja die Endabschnitte des Hemisphärenhirns, die vorderen und hinteren Riechlappen gleichfalls der Schädelbasis zuwenden. Auge und Nase liegen daher beim Menschen unterhalb der Hemisphären des Grosshirns. Dies Verhältniss verschiebt sich schon bei den Säugethieren, und zwar umsomehr, je spitzschnauziger sie sind. Dabei bleibt aber doch immer ein Theil der Schnauzenbasis, derjenige, in dem sich die Vomerflügel entwickeln oder die Pars sphenoidalis unter dem Boden des dritten Ventrikels, d. h. unter dem Grundtheile der Endfläche des Gehirns liegen, wogegen sich der ethmoidale Abschnitt steiler aufrichtet. Der Riechbulbus und die Riechhöhlen, zum Theile sogar die Augen kommen nun vor die Grosshirnhemisphären zu liegen.



Fig. 18.
Kopf eines 7 wöchentlichen menschlichen Embryo (F. M.) Sagittalschnitt durch die Nasenhöhle, v. Rl. h. Rl. vorderer und hinterer Riechlappen, R. o. R. i. Recessus opticus und Recessus infundibuli, R. m. Recessus mammillaris.

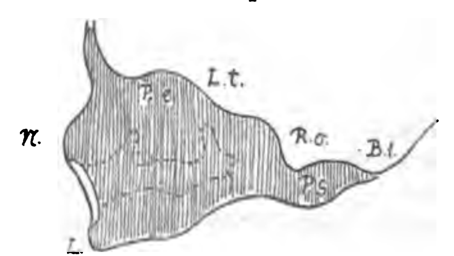


Fig. 19.
Isolirte Darstellung der Schnauzenanlage des vorigen Embryo. N. Nasenkante, L. Lippenkante, P. e. Pars ethmoidalis, P. s. Pars sphenoidalis der Schnauzenbasis, Bl. Basilarleiste, L. t. Lamina terminalis.

Viel weitergehende Verschiebungen der Schnauzenfalte erfolgen bei niederen Wirbelthieren. Auch bei den Amphibien und Fischen wurzelt die Schnauze anfangs über der gesammten Endfläche des Gehirnes und sie reicht nach rückwärts bis zum Bezirk der Basilarleiste (Figg. des vorigen Aufsatzes 17—19 für Frosch, Axolotl und Salamander, Fig. 22 für die Forelle, Fig. 16 für Lepidosteus). Dann aber legt sich deren sphenoidale Strecke der Gehirnbasis, bez. der mittlerweile entstandenen knorpeligen Schädelbasis dichter an, und dafür erhebt sich die Hauptmasse der Schnauze mit ihrem Kamm scheitelwärts und bildet einen vor den Hemisphären liegenden Keil. Als concretes Beispiel können hier die Figuren vom Lepidosteus nach W. K. Parker dienen. Figg. 15 und 16 des vorigen Aufsatzes zeigen noch die breite und stumpf auslaufende, umstehende Fig. 16



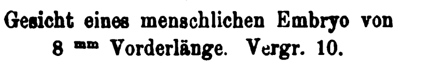


Fig. 20.
Gesicht eines menschlichen Embryo von 8 mm Vorderlänge. Vergr. 10.



Fig. 21.
Gesicht eines menschlichen Embryo von 5 Wochen. Vergr. 6·6.

dagegen die schnabelartig zugespitzte Form der Schnauze. Die Basis der letzteren ist auf etwa ein Drittel ihrer ursprünglichen Ausdehnung herabgesetzt. Aehnliches ergiebt die Vergleichung der Figuren des vorigen Aufsatzes (Figg. 17 und 24 für den Frosch und Figg. 22 und 23 für die Forelle).

Zu der eben erörterten dorsalwärts gerichteten Verschiebung der Schnauzenfalte kommt aber noch als Weiteres hinzu, dass sich die ursprüngliche Faltenbasis erheblich erweitern und das Gebiet des Gehirns nach oben und nach den Seiten hin überschreiten kann. Schon die Fig. 23 zeigt für die junge Forelle ein Uebergreifen der Faltenbasis auf die obere Fläche der Hirnhemisphären. Vergleicht man aber damit den Medianschnitt eines erwachsenen Knochenfisches (Fig. 17 umstehend), so erkennt

man sofort, wie weit das Gehirn nach allen Richtungen hin von der Schnauzenbasis musste übergriffen werden, um die definitive Endform und die Unterbringung aller den Kopf und das Kiefergerüst bewegenden Muskeln zu ermöglichen.

Nasen- und Lippenbildung.

Die Grundform der Schnauze ist auf frühen Stufen die eines abgestutzten Kegels und, im Profil gesehen, bildet sie eine gebrochene Linie. An der abgestutzten Vorderfläche liegen die Nasenlöcher, darüber die Nasen-



Fig. 22.
Menschlicher Embryo am Ende des 2. Monats. Vergr. 6·6.



Fig. 23.
Menschl. Embryo Anfangs des 3. Monats. Vergr. 6·6.

kante und die Rückenfläche der Schnauze, darunter die Lippenkante und die Mundfläche. Diese Verhältnisse treten bei Säugethier- und bei menschlichen Embryonen von 1—1½ cm Nl. deutlich zu Tage (Fig. 18 u. 19).

Zunächst gehe ich nochmals die Verhältnisse der Lippen- und der Nasenbildung beim Menschen durch. Hier bildet sich die Oberlippe, wie wir wissen, durch Verwachsung der Seitenflügel des mittleren Stirnfortsatzes (der Processus globulares) mit den zwei Oberkieferfortsätzen. Zu der Zeit, wo diese Verwachsung vor sich geht, stehen die beiden Nasenlöcher noch weit von einander entfernt. Das Gebiet über der Nasenkante

ist bis zum Beginn der Hemisphären hin convex vorgetrieben, das darunter liegende concav eingezogen, und ein breiter Einschnitt verläuft auch der Mundfläche des mittleren Stirnfortsatzes entlang bis zu der Stelle, wo er in die Schädelbasis übergeht (Figg. 20, 21 und 22). Die Oberfläche des mittleren Stirnfortsatzes zerfällt somit in einen als mediane Kante hervortretenden und einen als mediane Rinne sich vertiefenden Theil. Der als Kante hervortretende Theil wird zum Nasenrücken, der sich als Rinne vertiefende zur Nasenscheidewand und zur Oberlippe. An der Grenze beider liegt die Nasenspitze.

Im Verlaufe der weiteren Entwickelung wird nun der absolute Abstand beider Nasenlöcher geringer. Sie rücken nach der Mitte hin zusammen, und, während dies geschieht, treibt sich einerseits der Nasenrücken schärfer hervor und wird andererseits der Einschnitt an der unteren Fläche des mittleren Stirnfortsatzes tiefer. Schliesslich verbinden sich die Seitenwandungen der medianen Rinne. An der Oberlippe begegnen sich die beiden Kugelfortsätze in der Mittellinie und das Nasenseptum, zuerst aus zwei nebeneinanderliegenden Platten bestehend, verwächst zu einer einfachen Lamelle. Noch behält die Oberlippe eine Zeit lang einen tiefen mittleren Einschnitt, als dessen letzter Rest das Grübchen der Oberlippe oder das sog. Philtrum zurückbleibt (Fig. 23). Der Einschnitt in der Oberlippe besteht bis zu dem Zeitpunkt, wo der rothe Lippenrand auftritt. Dieser kommt in der Weise, dass sich von Innen her eine Schleimhautfalte über den bisherigen Lippenrand hervorwölbt und diesen bleibend überragt, indem sie mit ihm zu einem gemeinsamen Wulst sich verbindet.

Die Schnauze der Säugethiere erfährt dieselbe seitliche Zusammenschiebung, wie wir sie eben für die Nase des menschlichen Embryo kennen gelernt haben. Die Spur der bilateralen Verbindung der Lippen und der Nasenscheidewand erhält sich bei einer Mehrzahl von Säugethieren bleibend als eine mediane, vom Lippenrand bis zur Schnauzenspitze herauf reichende Spalte. Die Doggennase ist ein extremes Beispiel hiefür, aber anderweitige, kaum minder belehrende Beispiele geben uns zahlreiche Affen, Fledermäuse, Raubthiere, Nager, Wiederkäuer u. s. w.

Die seitliche Zusammenschiebung der Nasenlöcher und des mittleren Stirnfortsatzes kehrt auch bei der Entwickelung des Vogelschnabels und der Reptilienschnauze wieder. Auch bei der Entwickelung dieser Theile verknüpft sich eine jede schärfere Ausprägung ihrer dorsalen Kante mit einer entsprechenden Vertiefung ihrer dem Munde zugekehrten Oberfläche. — Bei der Schnauzenbildung niederer Wirbelthiere spielen seitliche Zusammenschiebungen des mittleren Stirnfortsatzes, falls sie überhaupt vorkommen, eine jedenfalls sehr untergeordnete Rolle. Auch erscheint hier das dem Fortsatz angehörige Pflugschaarbein breit oder geradezu doppelt angelegt.

Die Riechgruben liegen, wie wir sahen, ursprünglich am vorderen Ende des Schnauzenkegels, und ihre Ueberbrückung geschieht bei höheren Wirbelthieren derart, dass die Nasenlöcher der freien Gesichtsfläche, die primären Choanen aber dem Mundraum zugekehrt erscheinen. Bei den meisten Säugethieren bleiben die Nasenlöcher einfach nach vorne gerichtet, jedenfalls bewahren sie stets ihre typische Lage am vorderen Ende der Schnauze. Die Richtung nach vorne zeigen die Nasenlöcher vorübergehend auch beim menschlichen Embryo. Die späterhin untere Nasenfläche ist zu der Zeit sehr breit und beinahe kreisförmig umgrenzt, und sie lässt eine gewisse Aehnlichkeit mit der eines Schweinsrüssels nicht verkennen (Fig. 23). Je freier der Nasenrücken und die Nasenspitze über das übrige Gesicht hervortreten, um so mehr wenden sich die Nasenlöcher nach abwärts. Die aufgestülpte Nase, wie sie manche Menschen zur Schau tragen, ist somit ein embryonaler Charakter.

Mit dem Hervortreten einer selbständigen Nase bildet sich eine einspringende Furche, welche die untere Nasenfläche von der Oberlippe und vom Alveolargebiet des Kiefers trennt. Bei manchen Säugern ist diese Furche nur andeutungsweise vorhanden, bei anderen dagegen schärfer ausgeprägt. Hebt sich die Nase soweit vom Kiefergebiete ab, dass zwischen den Nasenlöchern und der Lippe ein längerer Abstand entsteht, so nimmt die hervortretende Nase den Charakter eines kürzeren oder längeren Conus an, und wir bezeichnen sie nun als Rüssel (Fig. 24 *b*). Beim Säugethierrüssel liegen, auch bei ausgeprägter Entwickelung, die Nasenlöcher stets am vorderen Ende des Fortsatzes.

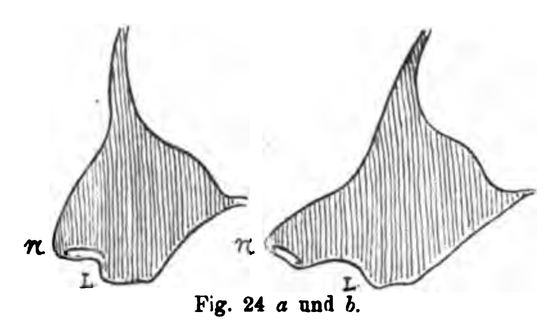


Fig. 24 *a* und *b*.
Schemata der Nasen- und der Rüsselbildung.

Nach abwärts gerichtete Nasenlöcher finden wir ausser beim Menschen (und allenfalls beim Nasenaffen), bei den Selachiern, wogegen bei Vögeln, Reptilien, Amphibien und Knochenfischen die Nasenlöcher nach aufwärts sich öffnen. In beiden Fällen können die Nasenlöcher vom freien Ende der Schnauze mehr oder weniger weit abstehen. Die Bedingung zur Abwärtsrichtung der Nasenlöcher ist natürlich die, dass sich die Nasenkante der Schnauzenfalte weiter vorschiebt als die Lippenkante, oder mit anderen Worten, dass die Rückenfläche derselben mehr in die Länge wächst als die Mundfläche. Das Umgekehrte führt zur Aufwärtsrichtung der Nasenlöcher. In dem einen Fall wird die die Nasenlöcher enthaltende Endfläche

zur unteren, im anderen zur oberen Fläche geschlagen und wird mit dieser mehr oder minder spurlos verschmolzen (Fig. 25 *a* und *b*). In Uebereinstimmung damit entspricht die Spitze des Vogelschnabels nicht der Schnauzen- oder Nasenspitze eines Säugethieres, sondern seinem Kiefer- und Lippenrand und sie wird demgemäss vom Os praemaxillare eingenommen. Der der Nasenspitze zu vergleichende Ort liegt beim Vogelschnabel in der Kante zwischen und über den Nasenlöchern. Aehnliches gilt von den Reptilien und von den Amphibien.

Weniger einfach gestaltet sich die Beurtheilung der Verhältnisse bei den Fischen. Der Oberlippe kommt bei den Säugethieren eine ganz bestimmte morphologische Stellung zu. Sie geht aus der Verbindung des freien Saumes des mittleren Stirnfortsatzes mit dem der Oberkieferfortsätze hervor. Im Randtheil des mittleren Stirnfortsatzes entstehen die Zwischenkiefer, und diese sowohl, wie die Lippen, liegen zwischen den Nasenlöchern und den primitiven Choanen. Bei Selachiern und bei Knochenfischen entspricht der als Oberlippe bezeichnete Theil den oben aufgestellten morphologischen Bedingungen nicht, und es bedarf die Deutung der Verhältnisse bei beiden Ordnungen einer gesonderten Prüfung.

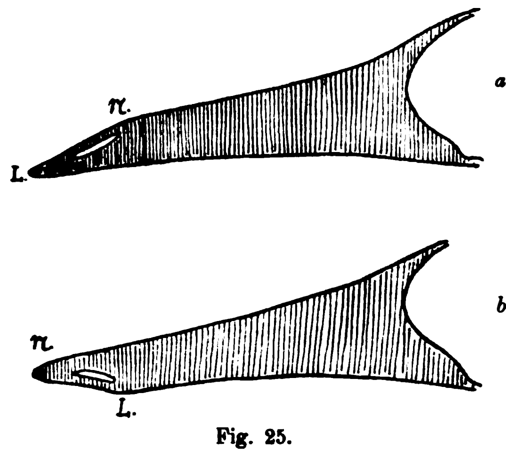


Fig. 25.
Schemata zur Schnauzenbildung, *a* mit aufwärts, *b* mit abwärts gerichteten Nasenlöchern.

Bei Selachiern erhält sich, wie oben (S. 398) hervorgehoben wurde, zwischen dem Eingang zu den beiden Riechgruben eine mit zwei seitlichen Ausläufern versehene Querfalte, die als freier Saum des mittleren Stirnfortsatzes zu deuten ist. Bedeckt von dieser Querfalte liegt der den Mund einfassende, als Oberlippe bezeichnete Wulst (Fig. 15). Das Innere des mittleren Stirnfortsatzes umschliesst ein Knorpelskelett, und zwar bildet sich nach K. Parker[1] zwischen den beiden Riechgruben als Fortsetzung der Trabeculae ein internasaler Knorpelstreifen, welcher nach vorn in einen unpaaren Sporn, das Rostrum und in zwei seitwärts sich wendende Bogenstücke die Cornua

[1] K. Parker, On the structure and development of the skull in sharks and skates. *Philos. Transactions* März 1878 und Parker u. Bettany, *Morphologie des Schädels.* Deutsche Uebersetzung. Stuttgart 1879.

ausläuft. Später kommen dazu einige isolirte Knorpelbogen als sogenannte Lippenknorpel, welche sich, gleich den Cornua, der Wand der Riechgruben anlegen. Die beiden Knorpelstreifen des Oberkieferfortsatzes (die Palatoquadratknorpel) treffen hinter dem Nasenskelett und unterhalb der Trabeculae in der Mittelebene zusammen, und sie bleiben von den Gebilden des Stirnfortsatzes durch einen von Bandmassen überbrückten Zwischenraum getrennt. Im Gegensatz zum Schädel höherer Wirbelthiere, unterbleibt am Selachierschädel die Einschiebung des mittleren Stirnfortsatzes in das Kiefergerüst und somit auch dessen Theilnahme an der Umgrenzung der Mundspalte.

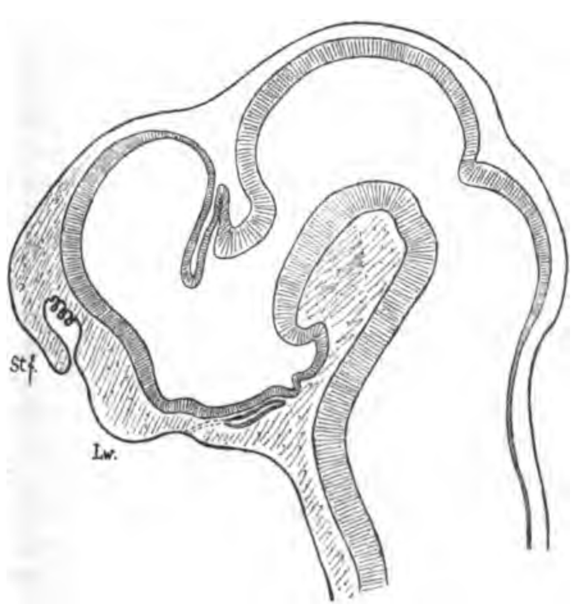


Fig. 26.
Sagittalschnitt durch den Kopf eines Pristiurus seitlich von der Mittellinie. Der Schnitt zeigt die Riechgrube vom mittleren Stirnfortsatz (Stf.) überdeckt. Das Rostrum bildet sich im Bereich der überliegenden Kante. Der Ort der Lippenbildung liegt unterhalb der Riechgrube in dem Lw. bezeichneten Wulst.

Bei Knochenfischen stellt sich die Sache etwas anders. Zwar wächst auch hier der internasale Knorpel über die Riechgruben hinaus nach vorne, und bildet einen mehr oder minder ausgesprochenen Sporn. An den Knorpelsporn legen sich aber die beiden Oberkiefer seitlich an, und vor diesen bilden sich zwei dem Knorpel aufgelagerte Praemaxillarknochen. Es betheiligt sich also bei Knochenfischen der mittlere Stirnfortsatz direct an der Bildung des Mundrandes. Trotzdem liegen die Verhältnisse ganz anders, als bei höher stehenden Wirbelthieren, indem sich der Mundrand nicht zwischen die beiden Oeffnungen der Riechgrube einschiebt, sondern unterhalb derselben liegt. Dem primären Rand des mittleren Stirnfortsatzes, aus welchem wir bei jenen die Lippe ableiten, entspricht hier nicht der definitive Rand der Schnauze, sondern jene Substanzbrücke,

[1] C. Bruch, *Vergleichende Osteologie des Rheinlachses.* Taf. II—III.

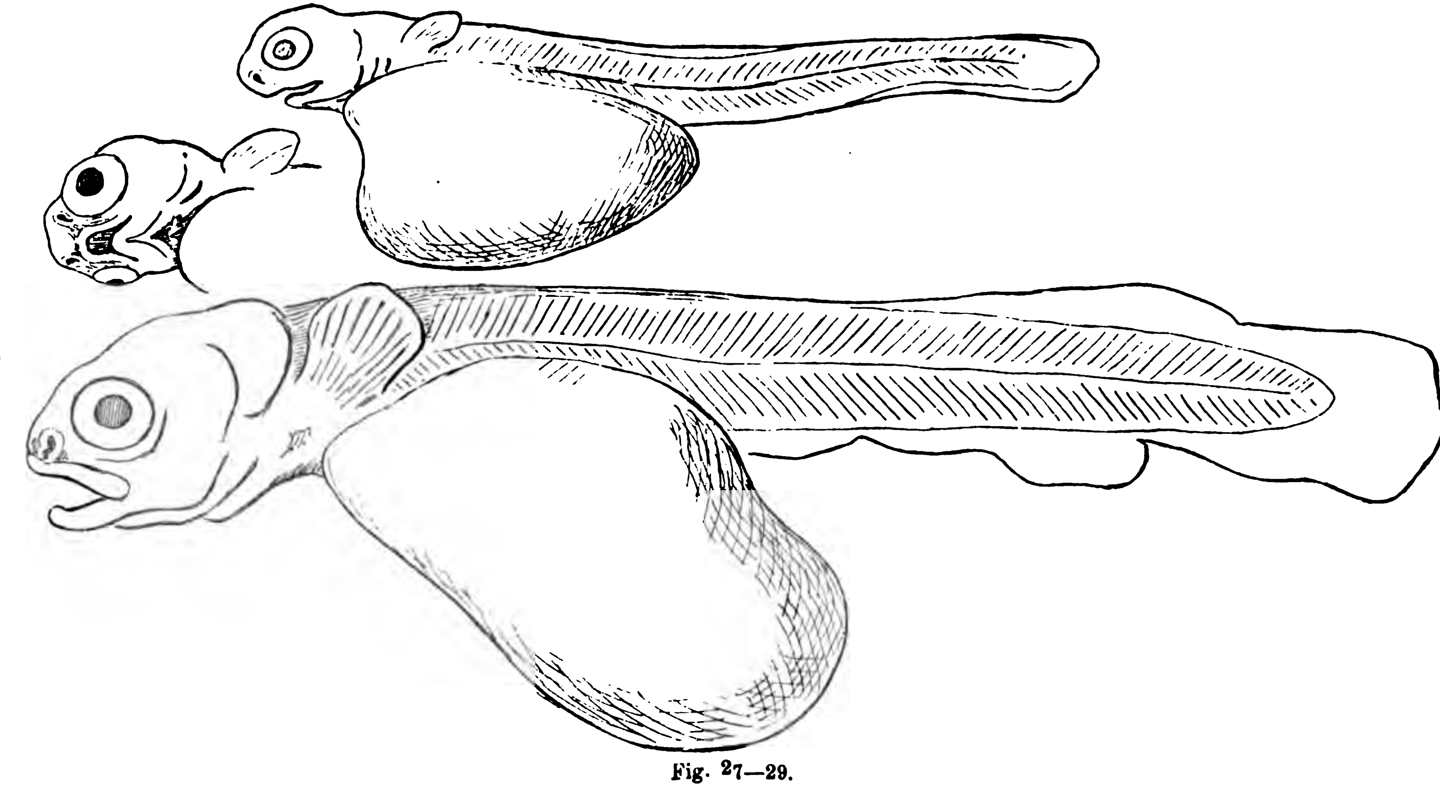


Fig. 27—29.

Lachsembryonen 10fach vergrössert. Bei 27 und 28 ist die Nasenöffnung noch einfach nach abwärts gerichtet. Bei 29 beginnt die Zweitheilung durch Hervorwachsen einer medialen und einer lateralen Zacke.

welche das untere vom oberen Nasenloch trennt. Der Schnauzenrand selber geht aus einem Theile der Gesammtanlage hervor, welche ursprünglich hinter dem Eingang der Riechgrube gelegen war und der nur secundär nach vorn sich vorgeschoben hat.

Die beiden Riechgruben öffnen sich auch beim Knochenfischembryo ursprünglich nach abwärts und etwas nach vorn. Beim Lachs- oder Forellenembryo von 5 ^{mm} Länge liegen die noch seichten, durch ihr verdicktes Epithel charakterisirten Gruben unter dem vorderen Ende des Gehirnes und den beiderseitigen Augenblasen (Fig. 30). Allmählich verschiebt sich die Oeffnung der Grube nach vorne und nach oben hin. Beim Fischchen von 12—14 ^{mm} ist sie noch von der Ventralseite her sichtbar (Fig. 27). Bei solchen von 20 ^{mm} liegt sie bereits an der oberen Seite der Schnauze, und jetzt vollzieht sich auch die Trennung der beiden Oeffnungen von einander. Der mediale über die Grube vorstehende Saum entsendet lateralwärts eine kleine Spitze, und dieser kommt eine vom lateralen Saume ausgehende Spitze entgegen. Die beiden Spitzen bleiben eine Weile von einander getrennt, ehe sie sich endgiltig mit einander verbinden (Fig. 29). Die mediale Spitze ist der seitlichen Ausladung am mittleren Stirnfortsatz höherer Wirbelthiere gleich zu setzen, während die laterale Spitze auf Rechnung des Oberkieferfortsatzes kommt. Noch bevor die beiden Riechgruben ihre Wanderung um die Schnauzenspitze herum ausführen, bei Embryonen von 8—12 ^{mm} Länge, laufen die beiden Oberkieferwülste in einen Verbindungsbogen aus, welcher, unter den Riechgruben liegend, den vorderen Zugang zum Mund bildet, und den wir als **Subnasalwulst** bezeichnen können Fig. 28). Derselbe liefert die Unterlage zur Lippenbildung, und frühzeitig tritt in ihm ein Knorpelstreifen auf, welcher nach rückwärts mit den Trabeculae zusammenhängt und den wir somit als Bestandtheil des mittleren Stirnfortsatzes zu deuten haben. Der eigentliche Lippensaum löst sich von den Kieferwülsten sowohl, als vom Subnasalwulst, in Form einer schmalen Leiste (Fig. 31). Diese Leiste kann sich in der Folge sehr selbständig gestalten, bei manchen Fischen entwickelt sie sich zu einem förmlichen Rohr, welches ein- und auswärts geschoben werden kann.

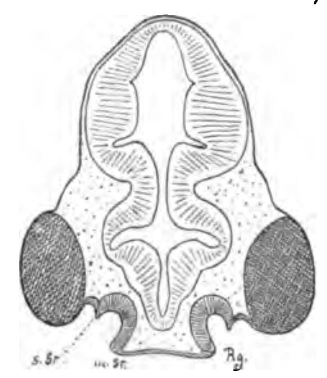


Fig. 30.
Querschnitt durch den Vorderkopf eines Lachsembryo von 7 ^{mm} Länge. Vergr. 85. Rg. Riechgrube, m. St. und s. St. mittlerer und seitlicher Stirnfortsatz.

Das Wort „**Oberlippe**“ können wir als topographische Bezeichnung des oberen Mundrandes nicht vermeiden, allein, wir müssen uns darüber

klar sein, dass dem Worte kein einheitlicher morphologischer Begriff entspricht. Wir kennen bis jetzt vier Formen von Oberlippen:

1) die Lippe der höheren Wirbelthiere und der Amphibien, welche durch Verschmelzung des mittleren Stirnfortsatzes mit den Oberkieferfortsätzen entsteht und die vor den primären Choanen liegt.

2) die Lippe der Knochenfische, an deren Bildung der mittlere Stirnfortsatz zwar Theil nimmt, aber deren Ort unterhalb der primären Choanen fällt.

3) die Oberlippe der Selachier, welche ohne Betheiligung des mittleren Stirnfortsatzes unterhalb der Riechgrube entsteht. Wenn wir die erste Form als „Gesichtslippe“ bezeichnen, so können wir die Formen 2 und 3 vielleicht „Gaumenlippen“ nennen.

Eine vierte Form ist die „Rachenlippe“, welche wir weiter unten bei Besprechung der Petromyzontenschnauze werden kennen lernen; sie hat ihren Ausgangspunkt hinter dem Eingang in die Rathke'sche Tasche.

Verhältniss der Riechgruben zum Gehirn.

Zu der Zeit ihres ersten Auftretens sind die Riechgruben vom Riechlappen des Gehirnes nur wenig entfernt, und die Olfactoriusfasern haben demnach nur einen kurzen Zwischenraum zu durchmessen. Es ist nun zu prüfen, auf welche Weise beim Hervorwachsen der Schnauze die Verbindung zwischen dem Grund der Riechgruben und dem Gehirn unterhalten wird.

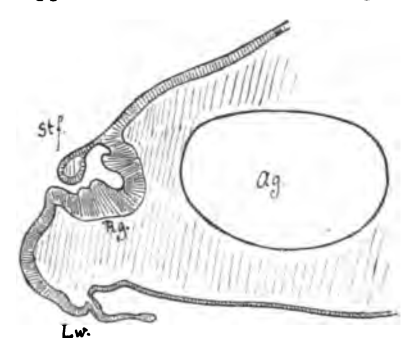


Fig. 31.
Sagittalschnitt durch den Kopf eines Forellenembryo von 20 mm Länge. Die sehr dickwandige Riechgrube sieht nach oben und wird vom mittleren Stirnfortsatz theilweise überdeckt, der sich an seinem unteren Ende verdickt.

Am einfachsten liegen die Dinge beim Menschen und bei den Säugethieren. Hier hält im Allgemeinen die Vertiefung der Riechgruben Schritt mit dem Auswachsen der Schnauze. Der Bulbus olfactorius des Riechlappens bleibt den Hemisphären anliegend, und eine dünne Knochenplatte schiebt sich zwischen ihn und den Grund der Regio olfactoria. Die beiden Augenhöhlen, so weit sie nicht an den Gehirnschädel anstossen, nehmen den Nasenraum, bezw. das Os ethmoidale zwischen sich und bleiben durch einen entsprechenden Abstand von einander getrennt.

Auch bei Vögeln erstreckt sich die Riechgrube noch tief in die

Schnauzenbasis hinein. Hier besteht indessen die Complication, dass sich die mächtigen Augäpfel bis beinahe zur Berührung entgegenrücken, sie lassen zwischen sich nur für eine dünne Scheidewand Raum übrig. Die Riechgrube hört im Allgemeinem vor den Augen auf, sie entsendet indessen an ihrem oberen Ende eine spitze Verlängerung, die das Auge noch auf kurze Strecken hin umgreift (Figg. 33 u. 34). Von der hinteren Seite her tritt der Bulbus olfactorius ein Stück weit entgegen, und der Zwischenraum zwischen Nasen- und Schädelhöhle wird vom Stamme des N. olfactorius durchmessen.

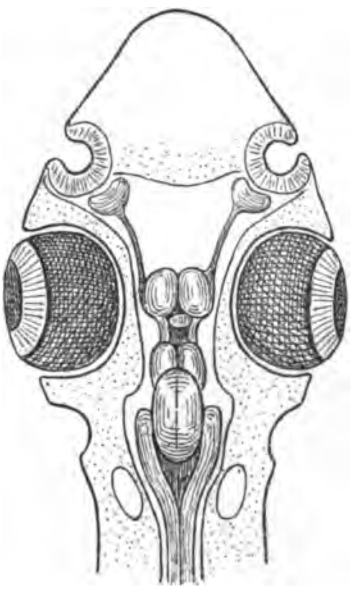


Fig. 32.
Kopf von Scyllium mit Gehirn, Augen und Nasenhöhlen.

Wesentlich anders stellt sich schon die Sache bei Reptilien. Hier hört die Nasenhöhle vor der Augenhöhle auf, dafür wird die letztere in ihrer ganzen Ausdehnung von einer Fortsetzung der Schädelhöhle überragt (Figg. 35 und 36). Der Bulbus olfactorius liegt im vordersten Theile der Höhle in unmittelbarer Nähe des Grundes der Nasenhöhlen.

Bei allen niederen Wirbelthieren bleibt die Ausdehnung der Riechgruben weit hinter derjenigen der Schnauze zurück. Bei Knochenfischen sowohl, als bei Selachiern wird die Verbindung zwischen Gehirn- und Riechschleimhaut dadurch unterhalten, dass sich der Riechbulbus vom übrigen Gehirne weit entfernt und in unmittelbarer Nähe von den Riechgruben verbleibt. Bei Amphibien dagegen liegt der Bulbus den Hemisphären an und der Zwischenraum zwischen ihm und dem Riechsack wird von dem Nervus olfactorius durchsetzt.[1]

Breitenausdehnung und Zuschärfung des Kopfes, Einfluss der Augäpfel auf die Kopfform.

Im vorigen Abschnitte sind wesentlich solche Eigenschaften des Schädels und der Schnauze betrachtet worden, welche sich in der Profilansicht

[1] Abbildungen für den Frosch bei Ecker, *Icones physiologicae*. Taf. XXIV.

beurtheilen lassen. Die Ansichten von oben und die von vorn lassen weitere Eigenthümlichkeiten erkennen. Als auffällige Formen treten uns die breiten Kopfgestalten der Selachier und diejenigen der Amphibien entgegen und sodann die keilförmig nach vorn auslaufenden der Vögel und vieler Reptilien. Bei Knochenfischen kommen Formen mit seitlicher Abplattung überwiegend häufig vor, im Uebrigen wechselt gerade bei der genannten Thiergruppe die Grundgestalt des Kopfes und des Körpers in reichlichem Maasse.

Bei diesen Verhältnissen spielt nun die Lage der Augen eine hervorragende Rolle. Ursprünglich liegen ja die Augenblasen neben dem Vorderhirn, von dem sie sich frühzeitig abschnüren. In der Folge können sie neben dem Gehirne liegen bleiben, oder sie können aus ihrer ursprünglichen Lage nach abwärts und nach vorn sich verschieben. Da nun auch die Grösse der Augen in ziemlichen Breiten wechselt, so sind damit eine Anzahl von Motiven gegeben zu verschiedenartiger Beeinflussung der Gesammtform.

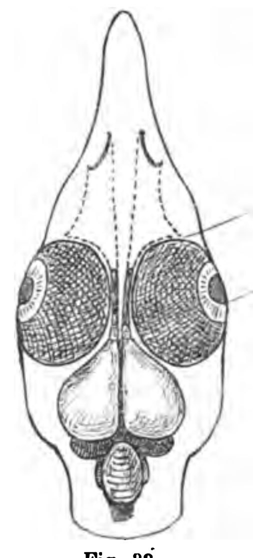


Fig. 33.
Kopf des Huhnes, obere Ansicht, mit eingezeichnetem Gehirn, Augen und Nasenhöhlen.

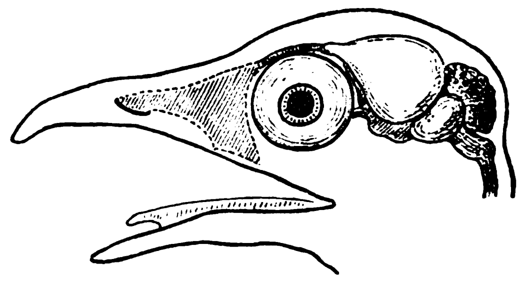


Fig. 34.
Kopf des Huhnes, Seitenansicht mit eingezeichneter Nasenhöhle, Auge und Gehirn. Die Nasenhöhle ist schräg schraffirt.

Bei den Selachiern und bei den Amphibien liegen die verhältnissmässig grossen Augen neben dem Gehirn, und dem entspricht die Breite der gesammten Kopfanlage. Als Beispiel eines Selachierkopfes wähle ich den von Scyllium canicula (Fig. 32). Die grossen Augen liegen neben den Hemisphären, da, wo diese am breitesten sind, und sie bedingen eine in der Vertikalnorm bestimmt hervortretende Ausladung; erst nach vorn davon beginnt die allmähliche Zuschärfung der Schnauze. Bei Rochen liegen die Dinge anders, insoferne als hier der scharfe Seitenrand des Körpers die Augen weit überragt. Die Augen sind somit auf der oberen Seite des breiten Kopfes gelegen. Es ist dies nicht ein primäres Verhalten, denn

bei Rochenembryonen bilden die Augen noch breite, seitliche Ausladungen, und erst durch das Uebergreifen der vom Rumpfe her sich ausbreitenden Brustflosse wird dies Verhältniss in endgültiger Weise umgeändert.

Auch bei den Amphibien liegen die Augen neben den Hemisphären. Ein Froschkopf, von oben gesehen, zeigt den Gesichtsschädel mit seiner riesigen Orbitae beiderseits weit über den Gehirnschädel hinausragend, und bekanntlich sind beim Frosche und bei seinen nächsten Verwandten die

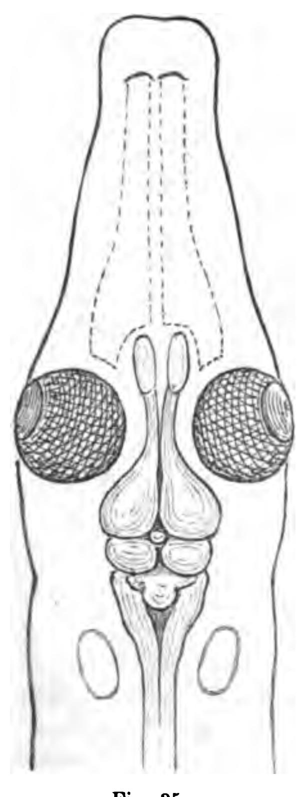


Fig. 35.
Kopf eines jungen Alligator mit Einzeichnung von Gehirn, Augen und Riechgruben.

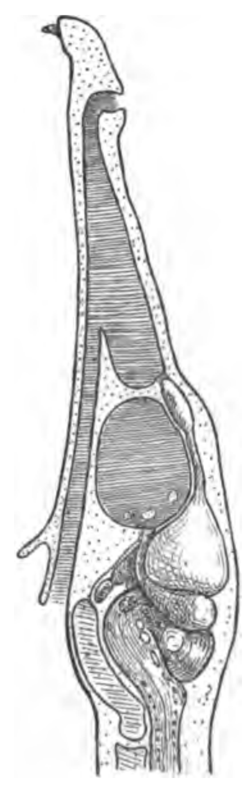


Fig. 36.
Derselbe im Profil. Die Nasenhöhle und der lange Nasenrachengang sind senkrecht schraffirt. Ebenso die Augenhöhle.

Augen so gross, dass sie nicht nur seitwärts, sondern sogar nach aufwärts über den Gehirnschädel hinausgehen. Indessen pflegt am Batrachierkopf eine Stelle noch breiter zu sein, als die der Augen. Es ist dies die durch die zwei schrägen Trommelfelle charakterisirte Gegend der Ohren. Während bei höheren Wirbelthieren der Einfluss des Gehörorganes auf die Gesammtform des Kopfes gering ist, weil dasselbe an Grösse hinter dem

Gehirn zurückzubleiben pflegt, so liegen die Dinge bei niederen Wirbelthieren anders, und es gewinnt hier das Gehörorgan eine selbstständig gestaltende Bedeutung.[1] Auf den Einfluss des seitlich vom Gehirne sich ausbreitenden Gehörorganes ist es wohl zu beziehen, wenn auch bei Thieren mit verkümmerten Augen, wie z. B. beim Olm, der Kopf nach der Breite sich ausdehnt.

Besonders zu erörtern ist der Einfluss der Augen auf die Kopfform da, wo dieselben über das eigentliche Gehirngebiet hinaus in die Basis der Schnauze eintreten. Solange die Augen neben dem breitesten Theile der

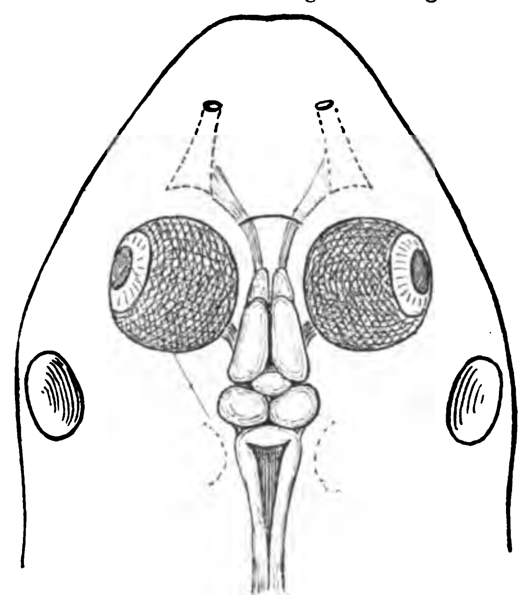




Fig. 37.
Kopf des Frosches mit Einzeichnung des Gehirns, der Trommelfelle, der Augen und der Nasenhöhlen (doppelte Grösse).

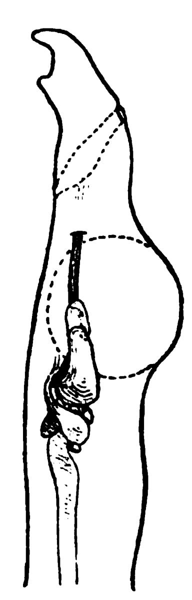


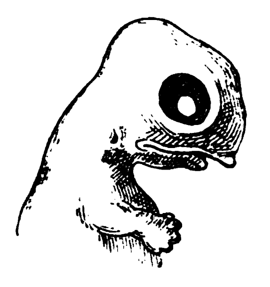
Fig. 38.
Dasselbe im Profil. Der Umfang des Auges ist punktirt angegeben.

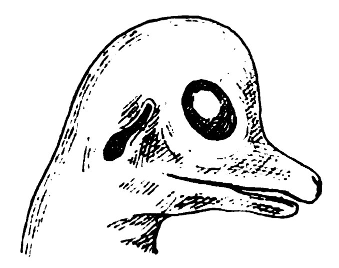
Hemisphären liegen, werden sie die Form der Schnauzenbasis mittelbar dadurch bestimmen, dass sie dieselbe verbreitern. Mit ihrem Eintritte in die Wurzel der Schnauze verengern sie, je nach ihrer Grösse, den Raum für die seitliche Ausbreitung der Stirnfortsätze und zum Theile auch den für die Oberkieferfortsätze und sie zwingen diese Theile nach vorne auszuweichen.

---

[1] Parker in seiner *Morphologie des Schädels* bemerkt hierüber: „Die Ohrmassen sind im Verhältniss zum Schädel von bedeutenderer Grösse, und je weiter wir hinaufsteigen, desto mehr finden wir dieselben der sich vergrössernden Hirnkapsel untergeordnet und in ihren allgemeinen Umriss hineingezogen. (A. a. O. S. 314.)

Bei Säugethieren treten zwar die Augen aus dem Hemisphärenbereiche. heraus, bei ihrer relativ geringen Grösse finden sie aber in der Basis der Schnauze hinreichenden Raum neben den Endabschnitten der beiden Riechgruben. Ganz anders verhalten sich die Dinge bei Vögeln und





Figg. 39 und 40.

Embryonen von Ernys europaea und vom Alligator Sclerops. Copien nach Rathke.

bei Reptilien. Schon die Beziehungen der Augen zum Gehirn erscheinen hier sehr bemerkenswerth. Bei den Reptilien laufen die Hemisphären frontalwärts conisch zu und sie gehen in einen langen Riechlappen über, dessen Bulbus vor den Augäpfeln liegt. Die letzteren schieben sich somit zwischen den Riechbulbus und die Hemisphären ein, indem sie den er-



Fig. 41.

Kopf eines Hühnchens mit pathologischem Kreuzschnabel, bei einseitigem Defect des Auges, nach einem Modell von Prof. F. Hesse.

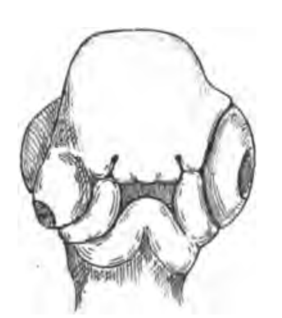
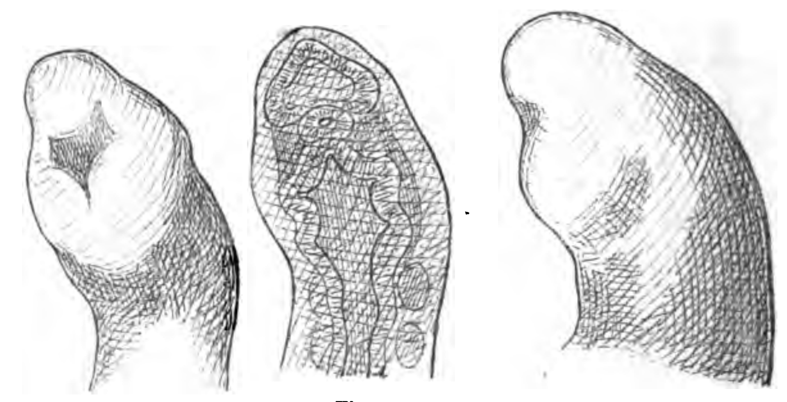


Fig. 42.

Hühnchenembryo mit einseitig verkümmertem Auge. Der mittlere Stirnfortsatz ist noch breit und symmetrisch.

steren von den letzteren abdrängen (Figg. 35 u. 36). Auch bei den Vögeln laufen die Stirnlappen der Hemisphären conisch aus, die Riechlappen sind aber kurz, und sie endigen neben der hinteren Hälfte der die Kopfbreite nahezu ausfüllenden Augäpfel (Figg. 33 u. 34).

Wie ich vor Jahren bereits dargethan habe,[1] so bestimmt beim Vogelembryo das Wachsthum der Augen die Hervortreibung des Schnabels. Der mittlere Stirnfortsatz ist auch beim Vogelembryo ursprünglich als breite, viereckige Platte angelegt, welche die Ebene der Augen nach vorne kaum überschreitet. Nun tritt aber in eben der Zeit, in der die Schnauzenfalte vom Gehirne stärker sich abzuheben beginnt, eine mächtige Vergrösserung der Augäpfel ein. Diese drücken auf die dazwischen liegenden Theile, und die Folge davon ist, dass die Nasenlöcher dichter zusammenrücken und der dazwischen liegende Substanzstreifen des mittleren Stirnfortsatzes in Form einer scharfen Leiste als nunmehrige Schnabelanlage hervortritt. Aehnlich wie bei den Vögeln, so treiben die mächtig anschwellenden Augen auch bei den Reptilien die von ihnen eingefassten Schnauzentheile schnabel-



Figg. 43—45.
Kopf eines Ammocoetesembryo von $1\frac{1}{2}$ mm Länge, von vorne, von der Seite und durchscheinend.

artig vor sich her. Zur Erläuterung hievon kann ich auf die Zeichnungen von Rathke über die Gesichtsentwickelung bei Schildkröten und beim Krokodile hinweisen (Figg. 39 u. 40).[2]

In interessanter Weise wird der Einfluss der Augäpfel auf die Schnabelbildung durch das pathologische Vorkommen von Kreuzschnäbeln bei Hühnerembryonen erläutert. Das Vorkommniss ist nicht allzu selten, und ich füge die Zeichnung eines solchen Falles bei, den vor Jahren mein damaliger Prosector Prof. Hesse nach der Natur modellirt hatte. In allen Fällen pathologischer Kreuzschnabelbildung ist das eine Auge in seiner Ent-

[1] *Briefe über die Körperform.* S. 204 und ff.

[2] Rathke, *Ueber die Entwickelung der Schildkröten.* Braunschweig 1848 und Derselbe, *Ueber die Entwickelung und dem Körperbau des Krokodils.* Braunschweig 1866.

wickelung zurückgeblieben. Der Druck der wachsenden Augäpfel auf die dazwischen liegenden Theile wirkt in solchen Fällen unsymmetrisch, und der Oberschnabel weicht nach der defecten Seite aus. Dabei stellt es sich heraus, dass die Asymmetrie der Augen früher vorhanden ist, als die des übrigen Gesichtes, denn man begegnet jüngeren Hühnerembryonen mit einseitig zurückgebliebenem Auge, bei welchen der mittlere Stirnfortsatz noch völlig symmetrisch gebaut erscheint (Fig. 42).

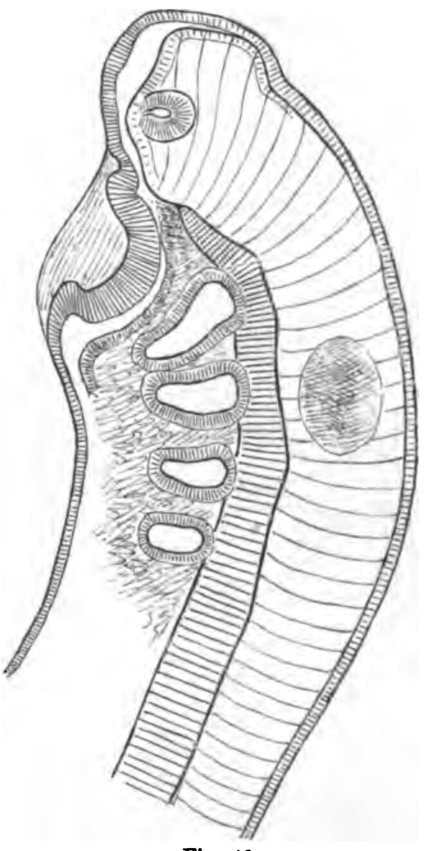


Fig. 46.
Ammocoeteslarve von 1·8 mm Länge.
Vergr. 133·3.

Ober- und Unterkieferfortsätze.

Nachdem ich die Verhältnisse der Schnauzenfalte ausführlicher besprochen habe, kann ich die Rolle der Oberkieferfortsätze bei der Gesichtsbildung kurz erledigen. Diese letzteren sind zwar als selbstständige, den Eingang zur Mundbucht seitlich umfassende Gebilde vorhanden, solange sich die Stirnhaube noch glatt über das Gehirnende hinwegzieht. Allein in eben dem Maasse, als sich die Schnauzenfalte ausbildet und mit ihrem freien Ende vom Gehirne entfernt, werden auch die Oberkieferfortsätze mit in deren Seitenwand einbezogen und gestreckt. Sie verhalten sich also wie eine seitliche Ergänzung der aus der ursprünglichen Stirnhaube hervorgegangenen Gebilde und übernehmen jene Strecke der oberen Mundbegrenzung, welche vom mittleren Stirnfortsatze frei gelassen wird. Bei gestreckter Schnauze werden daher die Oberkieferfortsätze und die aus ihnen hervorgehenden Theile in die Länge gezogen, bei kurzer Schnauze behalten sie gedrungenere Formen bei.

Auch die Form des Unterkieferbogens wird in frühen Perioden durch die Gestalt der übrigen Kopfbestandtheile mit bestimmt, später wird sie dann durch eine Reihe von weiteren Momenten, die Entwickelung des Herzens, des Kiemenapparats, der Kau- und der Zungenmusculatur beeinflusst, Verhältnisse, auf deren detaillirte Entwirrung ich hier nicht eintreten werde.

Ueber die morphologische Stellung des Schnauzenskelettes.

Der Ausgangspunkt der Schnauzenfalte liegt vor der vorderen Endfläche des Gehirnes. Wie diese in zwei Abschnitte zerfällt, einen durch den Riechlappen sich abschliessenden Hemisphärentheil und einen das Chiasma opticum enthaltenden Grundtheil, so gliedert sich auch die Basis der Schnauze in eine ethmoidale und eine sphenoidale Strecke. Aus der primären Schnauze gehen die Stirnfortsätze des embryonalen Gesichtes hervor. Die in ihrem Inneren entstehenden Skelettstücke pflegen wir bei unseren herkömmlichen Beschreibungen theils zum Gehirnschädel, theils zum Gesichtsschädel zu zählen. Zu ersterem rechnet man das Ethmoidale und das Sphenoidale, zu letzterem den Vomer, die Conchae inferiores oder Turbinalia, die Intermaxillaria, die Nasalia und die Lacrymalia. Die scharfe Trennung von Gehirnschädel und Gesichtsschädel ist ihrer Uebersichtlichkeit halber für den descriptiven Unterricht unentbehrlich, allein entwickelungsgeschichtlich genommen, ist sie eine künstliche, insoferne sie Zusammengehöriges scheidet. Der knorpelige Primordialschädel umschliesst neben dem Gehirn die drei höheren Sinnesorgane, theils vollständig sie einhüllend, theils einseitig sich ihnen anlegend. In Anknüpfung an dies Verhalten haben neuere Morphologen die Gruppirung der Kopfknochen auf entwickelungsgeschichtlicher Basis zu begründen versucht. So scheidet insbesondere Gegenbaur[1] in sehr klarer Weise die Knochen der Nasenregion als eine selbstständige Gruppe von denen der Kieferregion. Auch

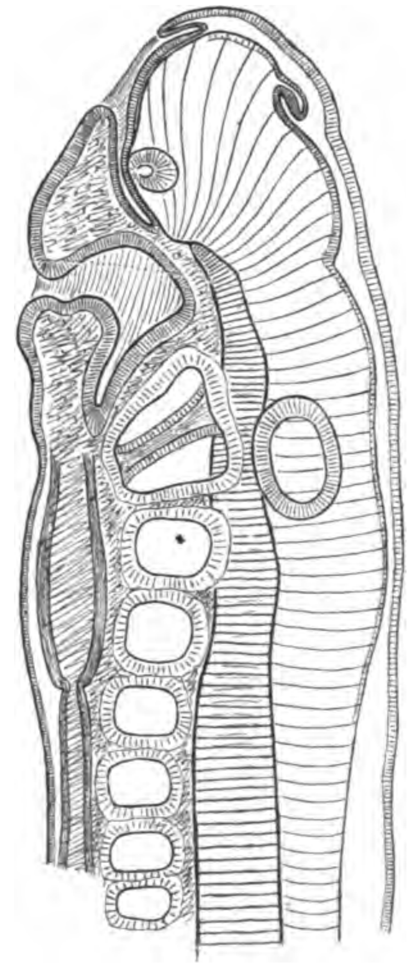


Fig. 47.
Ammocoeteslarve von 4 mm Länge.
Vergr. 133·3.

[1] Gegenbaur, *Anatomie des Menschen*. 5. Auflage. Leipzig 1892. S. 199.

Huxley führt die aus den Stirnfortsätzen hervorgehenden Knochen in gemeinsamer Rubrik auf, und er fasst einen Theil dieser Knochen (das Ethmoidale und die Nasalia) unter der Bezeichnung der **präfrontalen** zusammen.[1] Noch zweckmässiger scheint es mir, den Gesammtcomplex der aus der Schnauze, bezw. aus den Stirnfortsätzen entstehenden Knochen mit Einschluss des vorderen Keilbeines **präcerebrale Knochen** zu nennen. Mit dem visceralen Theile des Gesichtsskelettes haben diese präcerebralen Kopfknochen nichts gemein, sie entwickeln sich sämmtlich in einer frontalwärts vom ursprünglichen Gehirnrohre liegenden Verlängerung des Schädels, während das mit dem Kiefergerüste beginnende Visceralscelett ventralwärts vom Gehirnrohr entsteht.

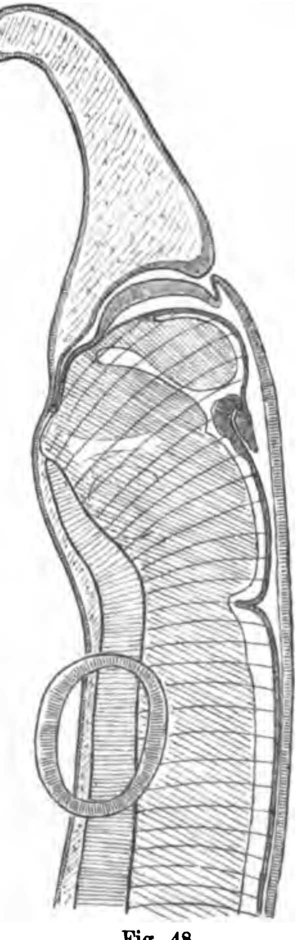


Fig. 48.
Kopf einer Ammocoeteslarve von 6 mm Länge.

Am Gehirnrohr entsteht das Auge im Endstück des Grundtheiles, und sein Stiel verlässt das Gehirn dicht an der Grenze zwischen Grundtheil und Hemisphärentheil (Fig. 1 des vorigen Aufsatzes). Dem entspricht die bleibende Einrichtung, dass der intracranielle Sehnerv zwar nahe am Siebbein, aber noch im Bereiche des Keilbeines verläuft, dass er die Schädelhöhle durch den kleinen Keilbeinflügel verlässt, und dass überhaupt das Keilbein an der Umschliessung der Augenhöhle einen wesentlichen Antheil nimmt. Zwischen dem Auge und der Riechgrube, in der Wurzel des seitlichen Stirnfortsatzes entwickelt sich zunächst die von **K. Parker** als Antorbitalfortsatz oder als Ethmoidalflügel bezeichnete Knorpelleiste, deren Ausdehnung und Stellung nach früher Gesagtem wesentlich davon abhängt, inwieweit sich das Auge nach vorne hin vorschiebt.

Die Einfügung des präcerebralen Skelettes zwischen die dorsalen Endstücke des ersten Visceralbogens ist ein secundärer Vorgang. Der Gesammtschädel bekommt durch diesen vorderen Anschluss des Visceralskelettes an das primordiale sein geschlossenes Gefüge. Wo der Anschluss ausbleibt,

[1] **Huxley**, *Anatomie der Wirbelthiere*. Deutsch von **Ratzel**. Breslau 1873. S. 19.

wie bei den Selachiern, da entwickelt sich der präcerebrale Theil des Primordialschädels selbstständig weiter und überragt als Rostrum das vordere Ende des Visceralskelettes.

Schnauzenbildung bei den Cyklostomen.

Bei Petromyzon und wohl auch bei dessen cyklostomen Verwandten geht die Schnauzenbildung in einer Weise vor sich, die von derjenigen anderer Wirbelthiere erheblich abweicht. Die erste Form des Gesichtes ist auch

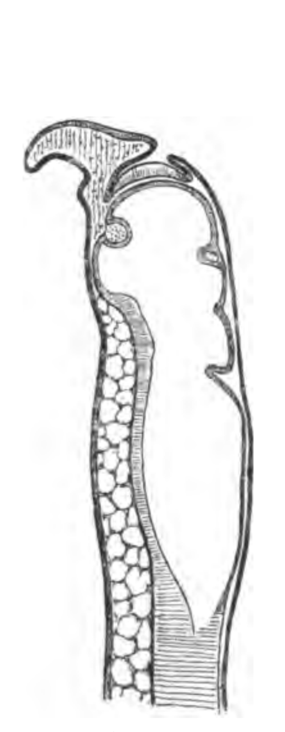


Fig. 49.

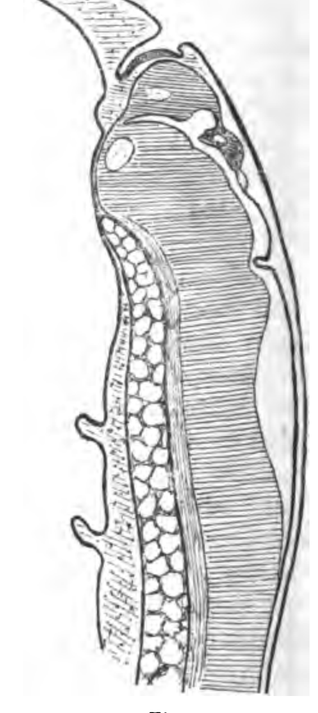


Fig. 50.

Durchschnitte von Ammocoeteslarven mit Emporhebung der Schnauze. Vergr. 75.

bei Petromyzon die allgemein gegebene: ein rundlicher Stirnwulst überragt die fünfeckige, durch eine zweiblätterige Rachenhaut verschlossene Mundbucht. Seitlich wird die letztere von zwei Oberkieferwülsten, ventralwärts von den zwei dicken Seitenhälften des Unterkieferbogens eingefasst (Fig. 43—45). Während nun bei allen anderen Wirbelthieren die Schnauzenfalte aus der Stirnhaube hervorgeht, beginnt dieselbe bei den Neunaugen an der Wurzel der Rachenhaut (Fig. 46 umstehend und Fig. 25 des vorigen

Aufsatzes). Ihre Basis ist schmal, ihr freier Theil weitet sich aus, und im Längsschnitte gesehen, gewinnt die Falte die Form eines dreieckigen Keiles mit abwärts gewandten Kante. Dieser Keil hebt sich vor dem Stirnwulst allmählich in die Höhe und deckt diesen mehr und mehr zu, wobei ihm von oben her eine kleine Querfalte entgegenkommt. Vor dem ursprünglichen Stirnwulst erhält sich eine von oben her zugängliche tiefe Bucht, von welcher aus die Hypophysentasche ihren Anfang nimmt, und die bei Myxine secundär in den Rachenraum durchbricht. In betreff ihrer Lage entspricht die Hypophysentasche durchaus derjenigen anderer Wirbelthiere. Sie umgreift den Grundtheil der Endfläche des Gehirns und erstreckt sich bis zu der Basilarleiste des letzteren. Hier kommt ihr von Innen her die Seessel'sche Tasche entgegen;[1] da wo sie durchbricht, muss sie sich voraussichtlich in die Seessel'sche Tasche des Vorderdarms öffnen.



Fig. 51.
Hemisphären, Gesichtshöhle und Riechnerven von einem Ammocoetes von ca. 5 cm Länge. Frontalschnitt.

In der dem Gehirn zugekehrten Wand der von oben her zugänglichen Bucht liegen die beiden Riechfelder. Die Zoologen bezeichnen die Bucht als Nasenhöhle und ihren Zugang als unpaares Nasenloch. Allein die Höhle hat mit den Nasenhöhlen anderer Wirbelthiere Nichts gemein. Sie entspricht, wenn wir sie z. B. mit unserer eigenen Organisation vergleichen wollen, einem Raum, der nach Vorlagerung einer aus dem Mund herauswachsenden Halbmaske zwischen dieser und dem Gesicht entstehen würde. Das unpaare Nasenloch ist bei diesem Vergleich die Spalte, die zwischen der Maske und der Stirne herabführt. Allerdings bleibt dieser Raum bei den Cyklostomen nach den Seiten hin nicht offen, sondern er wird von zwei, die emporgehobene Schnauze mit dem Stirnende des Kopfes verbindenden Platten eingeschlossen. Die epitheliale Innenfläche des Raumes legt sich in radiär gestellte Falten und ihre dem Gehirn zugekehrte Strecke wird durch eine

[1] Für die früheren Stufen der Ammocoetesentwickelung vergleiche man die Figg 5 und 25 des vorigen Aufsatzes. Eine sehr schöne Reihe von Abbildungen giebt A. Dohrn in seiner dritten Studie zur Urgeschichte des Wirbelthierleibes (*Mitth. der zoologischen Station zu Neapel.* 1882. Taf. XVIII). Er bezeichnet (a. a. O. S. 176) den Wulst, den ich, allerdings uneigentlicherweise, Schnauzenfalte genannt habe, als

mediane Scheidewand in zwei Hälften getheilt. Die beiden Riechnerven weichen, wie sich aus Frontalschnitten ergiebt (Fig. 51), nach ihrem Austritte aus dem Gehirn divergirend aus einander und gehen in die getrennten Seitenbuchten der davor liegenden Höhle.[1] Diese Buchten sind die symmetrisch angelegten Riechgruben. Die davor liegende gemeinsame Höhle, deren Rückwand der Stirn- und der oberen Gesichtsfläche anderer Wirbelthiere gleich zu setzen ist, bezeichnet man wohl am besten als Gesichtshöhle.

Die Gesichtsbildung der Ganoiden bedarf eines besonderen Studiums und das vorhandene litterarische Material scheint mir zu deren entscheidender Besprechung noch nicht auszureichen. Nach der Darstellung Kupffer's[2] bildet sich die Saugscheibe bei Accipenser zwischen der Hypophysentasche und dem Mund. Andererseits zeigen die Abbildungen von Agassiz, von K. Parker und von Balfour und W. N. Parker die Schnauze bei Lepidosteusembryonen, wie bei anderen Wirbelthieren, der Endfläche des Gehirns angefügt, und die von diesen Beobachtern, mitgetheilten Schnittbilder lassen keine Spur einer Gesichtshöhle erkennen. Wenn ich Kupffer richtig verstehe, so ist die Querspalte in Salensky's Fig. 4[3] zwischen dem vorderen Fortsatz (Stf) und dem Vorderhirn (Hb^1), der Zugang zur Hypophysentasche, oder, allgemeiner ausgedrückt, zur Gesichtshöhle. Es wäre somit daran zu denken, dass die letztere frühzeitig und ohne Hinterlassung von Spuren verwächst. Allein damit ist wieder das Vorhandensein paariger, freiliegender Nasenlöcher nicht zu vereinbaren. Man sollte erwarten, an Sagittalschnitten früher Entwicklungsstufen über die Sache in's Klare zu kommen. Nun enthält die Monographie von Salensky (in den Verhandl. der Ges. von Kasan 1878) eine Anzahl von Sagittalschnitten von Sterletembryonen. Ueber die hier vorliegende Frage vermag ich aber denselben Nichts zu entnehmen.

Oberlippe. Mit der Oberlippe höherer Wirbelthiere stimmt jener Wulst in betreff seiner Entstehung natürlich nicht überein. Ich habe oben (S. 410) bereits darauf hingewiesen, das wir verschiedene Bildungsweisen der Oberlippe auseinander zu halten haben. Die Oberlippe der Petromyzonten ist dadurch besonders eigenthümlich, dass sie hinter der Rathke'schen Tasche aus der Rachenhaut hervorwächst. — Man vergl. auch die Abbildungen von Scott, *Morphologisches Jahrbuch.* VII. Taf. IX, Fig. 3 und von Balfour *Vergleichende Embryologie.* II. Figg. 42 und 43.

[1] Die divergirend aus dem Vorderhirn austretenden zwei Riechnerven zeichnet auch Gaskell „On the origin of Vertebrates." *Quaterly Journ. of Microsc. Science.* 1890 August. Vol. XXXI. Taf. XXV. Fig. 6. Die Nasengruben stellt er nicht mit dar. Dagegen giebt Edinger im ersten Heft seiner vergleichenden *Anatomie des Gehirnes.* Frankfurt 1888, Taf. II, Fig. 1 ein volles Uebersichtsbild der bezüglichen Verhältnisse.

[2] Kupffer, *Sitzungsber. d. Münchener biologischen Gesellschaft.* 1891. S. 112 ff.

[3] *Archives de Biologie.* Bd. II. Taf. 17. Fig. 27.

Ort des Neuroporus.

Wir können hier noch die Frage nach der Stelle prüfen, an welcher sich ursprünglich der Neuroporus oder der vordere Hirnnabel nach Aussen geöffnet hat. Die Gesammtausdehnung der Neuroporusspalte erstreckt sich, wie wir dies im vorigen Aufsatz sahen, bei allen cranioten Wirbelthieren vom Orte der Basilarleiste aus durch das Gebiet der späteren Recessus infundibuli, Chiasma, Recessus opticus und zwischen den Riechlappen durch, längs der lamina terminalis bis an deren dorsales Ende. Dies ist aber gerade das Gebiet, von dessen Vorderfläche aus in der Folge die Schnauzenfalte sich erhebt. Die Mittellinie des mittleren Stirnfortsatzes bezeichnet also im Allgemeinen die Strecke, längs deren das vordere Ende der Medullarplatte mit der Epidermis zusammengehangen hat. Bei den höheren Wirbelthieren, bei denen das Septum narium aus zwei Seitenhälften zusammenwächst wird der untere Theil dieser Nathstrecke ganz ins Innere der Schnauze eingeschlossen; bei niederen Wirbelthieren findet dies nicht, oder in geringem Maasse statt. Bei den Cyklostomen aber kommt die betreffende Nathlinie in's Innere der Gesichtshöhle zu liegen, bezw. auf den Kamm der medianen Leiste, welche die beiden Riechgruben von einander trennt.

Rückblick.

Es giebt eine Periode, in der die Köpfe der verschiedensten cranioten Wirbelthierembryonen einander sehr ähnlich sind. Es ist dies die Zeit, in welcher sich die Stirnhaut noch glatt über das stumpfe Ende des wenig gegliederten Gehirns hinwegspannt, und in der die Ober- und Unterkieferbogen als flache Wülste die blinde Mundbucht umfassen. Die nachfolgenden Differenzirungen, soweit sie nicht auf Veränderungen des Gehirns und seiner Kapsel sich beziehen, werden insbesondere bestimmt durch die Bildung einer vom vorderen Gehirnende sich abhebenden Epidermisfalte, der Schnauzenfalte, welche ihrerseits als die Trägerin der beiden Riechgruben erscheint. Die mannigfachen Varianten in Ausdehnung und Lagerungsweise der Schnauzenfalte bestimmen grossentheils den physionomischen Charakter der einzelnen Kopfformen. Die Entwicklung der Schnauze aber erweist sich wiederum abhängig von der Entwickelung der in ihren Bereich fallenden Sinnesorgane, der Riechhöhlen und besonders der Augäpfel.

Wie bei einer jeden organischen Entwickelung, so finden wir auch bei der Entwickelung des Gesichts ein festes örtliches und zeitliches Ineinandergreifen aller besonderen Vorgänge. Es können sich dabei Theile in ihrer Ausbildung beeinflussen, welche einander scheinbar nichts angehen.

Um die Tragweite derartiger Verhältnisse zu beurtheilen, braucht man nur an die bekannte und seit Cuvier vielfach erörterte physiologische Correlation der Theile zu denken: die besondere Form des Schnabels bei einer gegebenen Vogelspecies setzt eine bestimmte Ernährungsweise, diese hinwiederum eine bestimmte Organisation des Gehirns, der Muskulatur, des Gefäss- und des Eingeweideapparates voraus. Wenn nun die Form des Schnabels davon abhängt, wie gross in einem ganz besonderen Zeitpunkt der Entwickelung die Anlage des Auges gewesen ist, die Grösse dieser Anlage hinwiederum in innigster Beziehung zur Gesammtentwickelung des Gehirns gestanden hat, so ergiebt sich, dass nicht allein das reife Leben eines jeglichen Organismus auf einer verwickelten physiologischen Correlation aller seiner Theile beruht, sondern dass auch im Verlaufe seiner Entstehungsgeschichte zahllose entwicklungsgeschichtliche Correlationen nothwendig gewesen sind, ohne deren gesetzmässiges Ineinandergreifen der Organismus sich überhaupt gar nicht zu einem lebensfähigen hätte ausbilden können.

Zur Nomenclatur des Gehirnes und Rückenmarkes.

Von

Wilhelm His.

Die nachfolgenden Bemerkungen, zu Händen der anatomischen Nomenclaturcommission niedergeschrieben, bringe ich hier zum Abdruck, da es nur erwünscht sein kann, wenn die bezüglichen Punkte in weiteren Kreisen zur Discussion gelangen.

Die histologischen und entwickelungsgeschichtlichen Arbeiten der verflossenen Jahre haben für die Nomenclatur der nervösen Centralorgane insofern eine grosse Bedeutung gewonnen, als sie dem Begriff des Nervenursprungs eine scharfe Fassung gegeben haben. Wir wissen jetzt endlich mit Bestimmtheit, dass eine jede Nervenfaser aus einer einzigen Zelle entspringt, und dass die Fasern nirgends directe Verbindungen zwischen verschiedenen Zellen herstellen. Ferner ist festgestellt, dass alle motorischen Ursprungszellen in der ventralen Hälfte des Markrohres liegen, die sensibeln Ursprungszellen dagegen in den Spinalganglien. Auch die Ursprünge der Riechnerven, Sehnerven, Hörnerven und der Geschmacksnerven liegen ausserhalb der Centralorgane, theils in den Sinnesorganen selbst, theils in den Ganglien des Acusticofacialis und des Glossopharyngeus.

So sehr durch diese Erkenntniss unsere allgemeine Auffassung vom Nervensystem geklärt worden ist, so erwachsen daraus doch für die Nomenclatur besondere Schwierigkeiten. Einestheils sind noch nicht für alle Faserzüge der Centralorgane die wirklichen Ursprungszellen festgestellt. Sodann kennen wir Bahnen mit verschränktem Faserverlauf, und endlich führt die consequente Durchführung von Ursprungsbezeichnungen zu Schwerfälligkeiten des Ausdruckes. Ich greife nur wenige Hauptpunkte heraus, in betreff deren Verständigung noth thut:

1. Durchtritt der Nervenwurzeln. Die älteren Anatomen hatten die Stelle, wo die Nerven die Oberfläche des Gehirnes und Rückenmarkes erreichen, als deren Ursprung bezeichnet. Seit Entdeckung der Nervenkerne im Innern der Centraltheile war dies nicht mehr zulässig, man sprach nun von „scheinbaren Ursprüngen“ oder von „Austrittsstellen“ der Nerven. Letztere Bezeichnung ist correct für die motorischen Wurzeln, aber sie trifft nicht mehr zu für die sensibeln. Wollte man nun bei den einen von Austritts-, bei den anderen von Eintrittsstellen reden, z. B. von der Austrittsstelle der Portio minor und der Eintrittsstelle der P. major Trigemini, so wäre dies

recht unbequem. Allein wir wären dabei auch nicht sicher correct zu sein. Der N. opticus z. B. enthält neben der Mehrzahl centripetal verlaufender Fasern auch eine gewisse Zahl von centrifugal leitenden, und auch die hinteren Wurzeln der Rückenmarksnerven scheinen nach den Entdeckungen von Lenhossék und Ramón y Cajal einzelne centrifugal laufende Fasern zu führen. Mir scheint, dass der oben gewählte Ausdruck „Durchtrittsstelle" unanfechtbar ist. Mögen die betreffenden Fasern in- oder ausserhalb des Markes entstanden sein, so bezeichnet die in Frage kommende Stelle den Ort, wo die Fasern die Oberfläche des Centralorganes durchbrechen.

2. Dürfen wir das Wort „Nervenwurzeln" im bisherigen Sinne beibehalten? Die Bezeichnung als „Wurzeln" passt im strengsten Wortsinn auf die aus dem Centralorgan austretenden Bündel motorischer Nerven. Allein es liegt auch kein Grund vor, diese Bezeichnung für die sensibeln Bündel in ihrer Ausdehnung zwischen Ganglion und Centralorgan aufzugeben. Der Name lässt sich nicht nur durch das historische Herkommen rechtfertigen, sondern auch dadurch, dass ja diese Bündel der Strecke angehören, welche der Ursprungsstelle im Ganglion unmittelbar folgt. Sie bilden das Wurzelgebiet der in die Hinterstränge und in die Collateralen übergehenden Faserzüge. Dagegen scheint es nicht gerathen, die Bezeichnung von Wurzeln (aufsteigenden und absteigenden) für intramedullar verlaufende Nervenstrecken beizubehalten. Hier möchte wohl das Wort Strang (fasciculus) völlig ausreichen.

3. Ist es zweckmässig, die Ausdrücke „auf- und absteigende" Wurzel (oder Strang) für intramedullare Faserzüge beizubehalten? Die Unterscheidung auf- und absteigender Wurzeln bei Hirnnerven beruht auf der Voraussetzung ausschliesslich medullaren Faserursprunges. In dem Sinne nahm man z. B. bei der aufsteigenden Trigeminuswurzel an, dass die Fasern aus dem Rückenmark und dem verlängerten Mark stammen, um in aufsteigender Richtung ihre Austrittsstelle zu erreichen. Dies ist, wie wir jetzt wissen, nicht der Fall. Ich hatte, als ich den richtigen Ursprung der sensiblen Nerven auffand, geglaubt, ohne Verwirrung die herkömmlichen Bezeichnungen nicht umkehren zu dürfen, und es schienen mir die bisherigen Bezeichnungen unter der Vorraussetzung zulässig, dass man das Wort „auf- oder absteigend" auf den extramedullaren Theil des Nerven bezog.[1] Allein noch bleiben Schwierigkeiten übrig: die absteigende Trigeminuswurzel z. B. enthält neben ihren motorischen auch sensible Fasern. Wenn wir Namen festzustellen haben, ist es wohl besser, die Worte „auf- und absteigend" ganz fallen zu lassen und durch andere unzweideutige Worte zu ersetzen. Wir können z. B. beim Trigeminus von einem medullaren

[1] Entwickelung des menschlichen Rautenhirns. *Abhandlung der K. Gesellschaft der Wissensch. math. physik. Klasse.* Bd. XVII. S. 61. 1890.

und von einem cerebralen bezw. einem Mittelhirnbündel sprechen, ebenso können wir vom Tractus solitarius sagen dass er aus den medullaren Bündeln der Nn. glossopharyngeus und vagus besteht. Die Ausdrücke medullarwärts und cerebralwärts sind ohnedies nicht zu entbehren.

4. Sollen wir nicht in die Anwendung des Worts „Pyramiden" Ordnung bringen? Das Wort Pyramide wurde ursprünglich für den oberflächlich sich abhebenden Strang des verlängerten Markes benutzt. Burdach versteht darunter die etwa zolllange Strecke zwischen der Brücke und der Kreuzungsstelle. Was darunter liegt, nennt er „Pyramidenstränge", und er unterscheidet Grund- und Kreuzungsfasern, erstere dem Vorderstrang, letztere dem gegenüberliegenden Seitenstrang entstammend. An diese erste äusserlich sichtbare Station hat sich weiterhin die makroskopisch verfolgbare Fortsetzung von Pyramidenfasern durch die Brücke abgeschlossen. Dann sind die Forschungen von Türck, von Flechsig u. A. gekommen, welche die Pyramiden des verlängerten Markes als die offenliegenden Theile eines von der Grosshirnrinde bis tief ins Mark herabreichenden, entwickelungsgeschichtlich und physiologisch wohl charakterisirten Fasersystemes kennen lehrten. Dies System wurde nun als das der Pyramidenbahnen bezeichnet (Pyramidenseitenstrangbahn und Pyramidenvorderstrangbahn des Rückenmarkes). Dazu kommt nun aber als weitere Complication hinzu, dass zwar die Fasern der Pyramidenbahnen aus Pyramidenzellen der Hirnrinde entspringen, dass aber die Bezeichnung Pyramidenzellen durchaus nicht auf diese besonderen Ursprungszellen beschränkt ist, sondern einer überwiegend grossen Zahl von Grosshirnzellen zukommt, von deren Form der Name hergeleitet ist. Nach meiner persönlichen Erfahrung hat man stets eine besondere Schwierigkeit, den Studirenden den Unterschied zwischen dem als „Pyramide" bezeichneten Theil des verlängerten Markes und den „Pyramidenbahnen" des Rückenmarkes klar zu machen. Meinerseits glaube ich, dass man den letzteren Gebrauch des Wortes aufgeben sollte, sei es, dass man nach Vorbild der Franzosen von Türck'schen, oder billiger von Türck-Flechsig'schen Strängen spricht, oder dass man die betreffenden Bahnen als die directen Grosshirnbahnen des Rückenmarkes bezw. als die directen Rückenmarksbahnen des Grosshirns bezeichnet. Wollte man den physiologischen Begriff einschalten, so hätte man von psycho-motorischen Bahnen zu reden. Mir scheint der Vorschlag, von Grosshirnbahnen des Rückenmarkes zu reden, der angemessenste. Wie man von einer Kleinhirnseitenstrangbahn spricht, so kann man von einer Grosshirnseitenstrang- und Grosshirnvorderstrangbahn reden.

5. Eine erfahrungsgemäss dem Anfänger viel Anlass zur Verwechselung bietende Gruppe von Bezeichnungen sind die verschiedenen Brachia:

Die Brachia copulativa oder Bindearme von **Burdach** und die Brachia fanteriora und posteriora, die vorderen und hinteren Vierhügelarme. Zur ferneren Confusion werden die letzteren von **Henle** „Brachia conjunctiva anteriora und posteriora, vordere und hintere Bindearme“ genannt.

Die Burdach'sche Bezeichnung „Bindearme“ wird besonders von den Neurologen allgemein gebraucht, und hat die Bezeichnung der „Vierhügelstiele“ (Pedunculi cerebelli ad Corpora quadrigemina oder ad cerebrum) völlig verdängt. Dies ist zwar kaum zu beklagen, gleichwohl wäre es erwünscht, die **Burdach**'schen Bindearme von den Vierhügelarmen unzweideutig zu trennen. Nach der Analogie des „Brückenstieles“ könnte man von einem **Isthmusstiel** des Kleinhirns reden (**Pedunculus ad Isthmum**, oder wenn man sich von dem Ausdrucke „Arm“ nicht trennen mag, einen „Isthmusarm“ Brachium Isthmi annehmen. Der Zusatz des Isthmus schliesst jede Verwechselung von vornherein aus. Im Uebrigen möchte ich das Wort „Isthmusstiel“ dem „Isthmusarm“ vorziehen, weil ich bei der zweiarmigen Grundform des embryonalen Gehirnes schon die Ausdrücke „Rautenarm“ und „Grosshirnarm“ verwendet habe.

Ich darf wohl, wenn wir denn einmal am Reformiren sind, noch mit wenig Worten auf die Frage der Nervenzählung kommen. Unsere Zählungsweise ist bekanntlich eine conventionelle, und wir könnten mit demselben Recht, wie wir 12 Nerven zählen, zur alten Zählung von 9 zurückkehren, oder die Zahl auf 14 oder 15 erhöhen.[1] So sehr ich für Beibehaltung des nun einmal gebräuchlichen Zählsystemes bin, so meine ich doch, wir sollten, ohne die Zwölfzahl aufzugeben, die Elemente des Acusticofacialiscomplexes etwas schärfer auseinander halten, als dies üblich ist. Den N. facialis haben wir zu gliedern in

N. facialis sens. strict. und
N. Wrisbergi oder N. intermedius

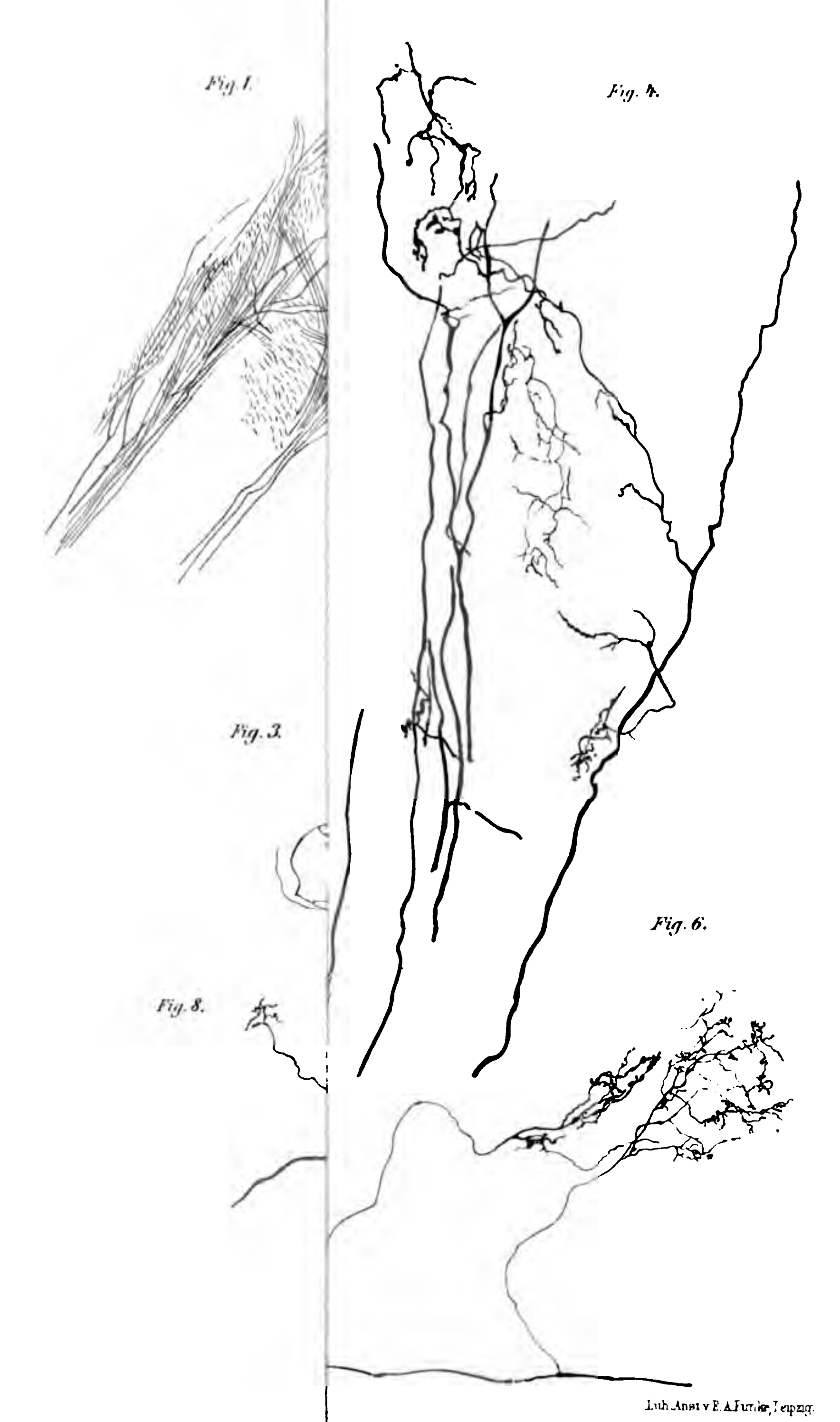
und den N. acusticus gleich von seinem Ursprunge ab in

N. vestibuli und
N. cochleae.

Letztere Scheidung motivirt sich dadurch, dass der N. vestibuli und der N. cochleae das Gehirn an zwei verschiedenen Stellen die Tractus restiformes von einander getrennten Stellen erreichen. Der N. intermedius ist ein Ganglienuerv und er geht in ein medullares, dem Tractus solitarius sich beigesellendes Bündel über. Seine Fortsetzung ist die Chorda tympani So lange wir diesen Nerv nicht vom eigentlichen Facialis trennen, geht es auch nicht an, den letzten kurzweg als motorisch zu bezeichnen.

---

[1] Vergl. meinen Aufsatz über die morphologische Betrachtung der Kopfnerven. *Dies Archiv.* 1888. S. 424.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

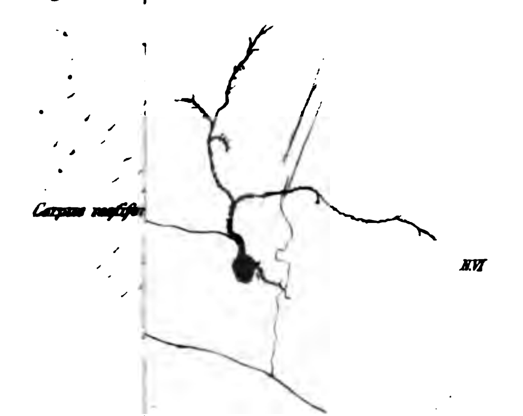


Fig. 12.

Fig. 10.

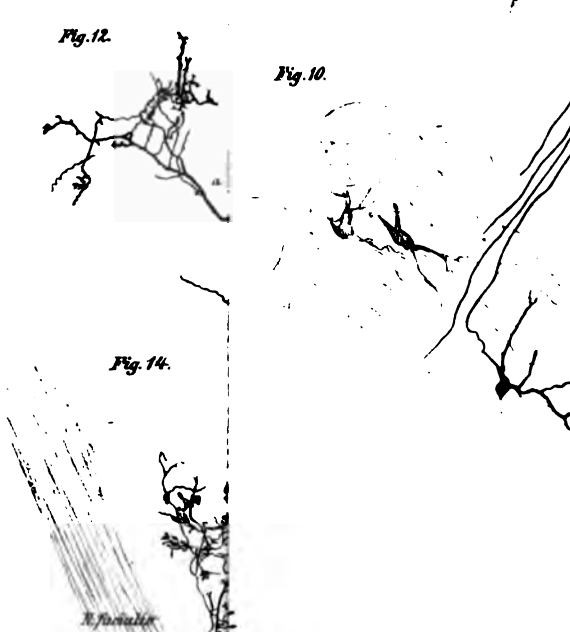


Fig. 14.

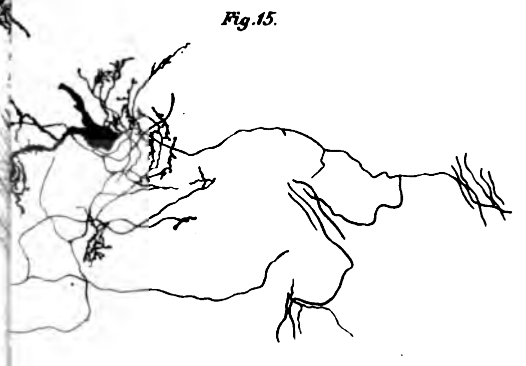


Fig. 15.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

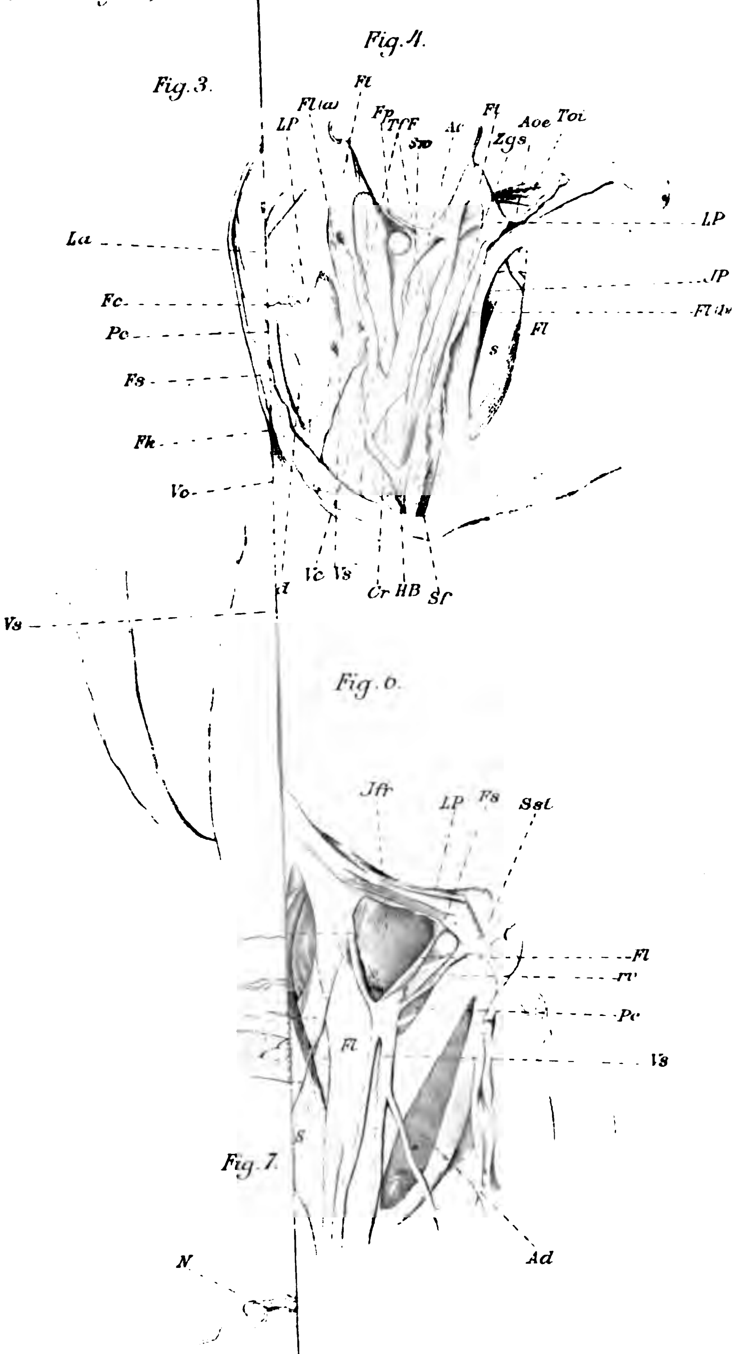


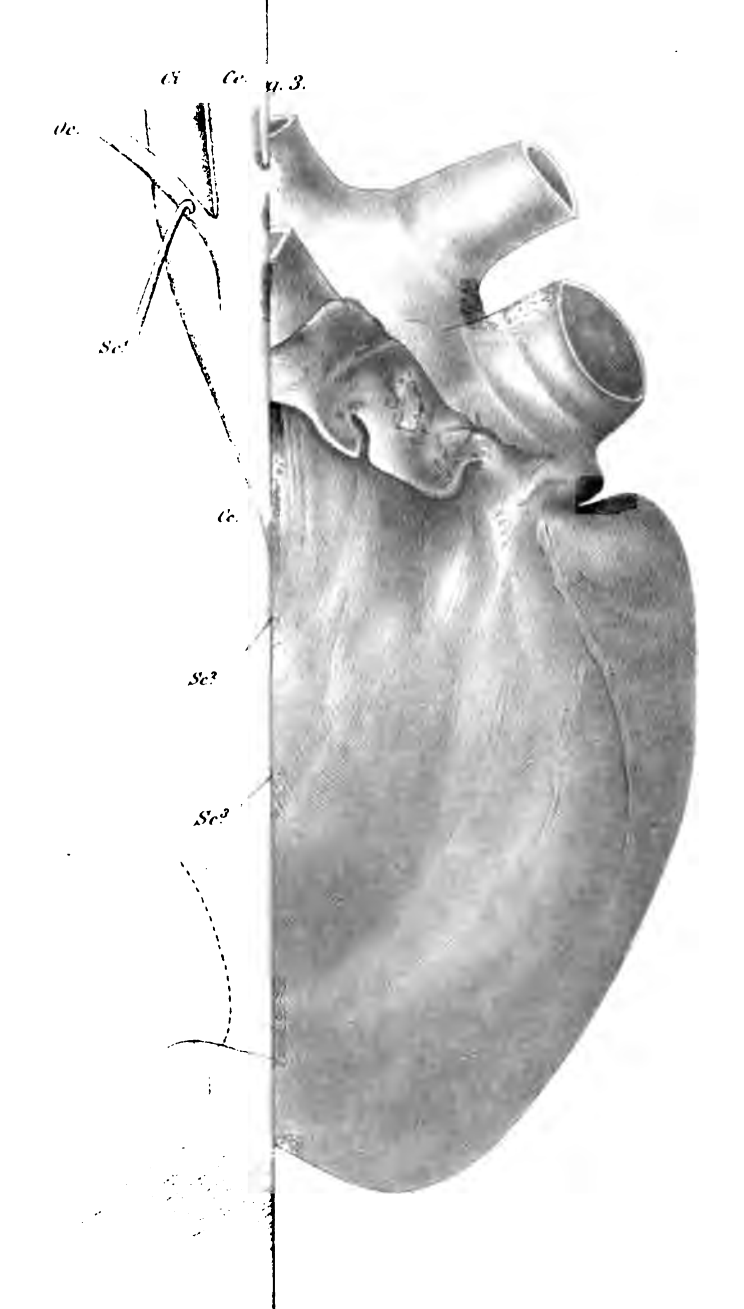
Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

Fs
CF
HWi
Toi
CrL
Lr
Fl
Vni
Zs
Vc
Jp
Fli
JYT
Cr
Apo
S
Aoc
Zs
Fl
Ao
HB
Fs
Cr
LP
Pc
Ad

Fig. 5.

Hzg
ofs
Fi
Ssl
vd
Bm
ce
Zg
L
Pc
Vno


Fig. 3.
Fig. 4.
Fl
Fl (a)
LP
Fp
TfF
Sw
Ac
Fl
Zgs
Aoe
Toi
LP
La
JP
Fc
Fl (a)
Pc
Fl
Fs
s
Fk
Vo
Vc
Vs
Cr
HB
Sf
Vs
Fig. 6.
Jfr
LP
Fs
Ssl
Fl
Pc
Fl
Vs
S
Fig. 7.
Ad
N



Kossiakow et B. hr. ann

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig



Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lichtdruck v. Julius Klinkhardt, Leipzig. phot. Dr. Greeff, Berlin.

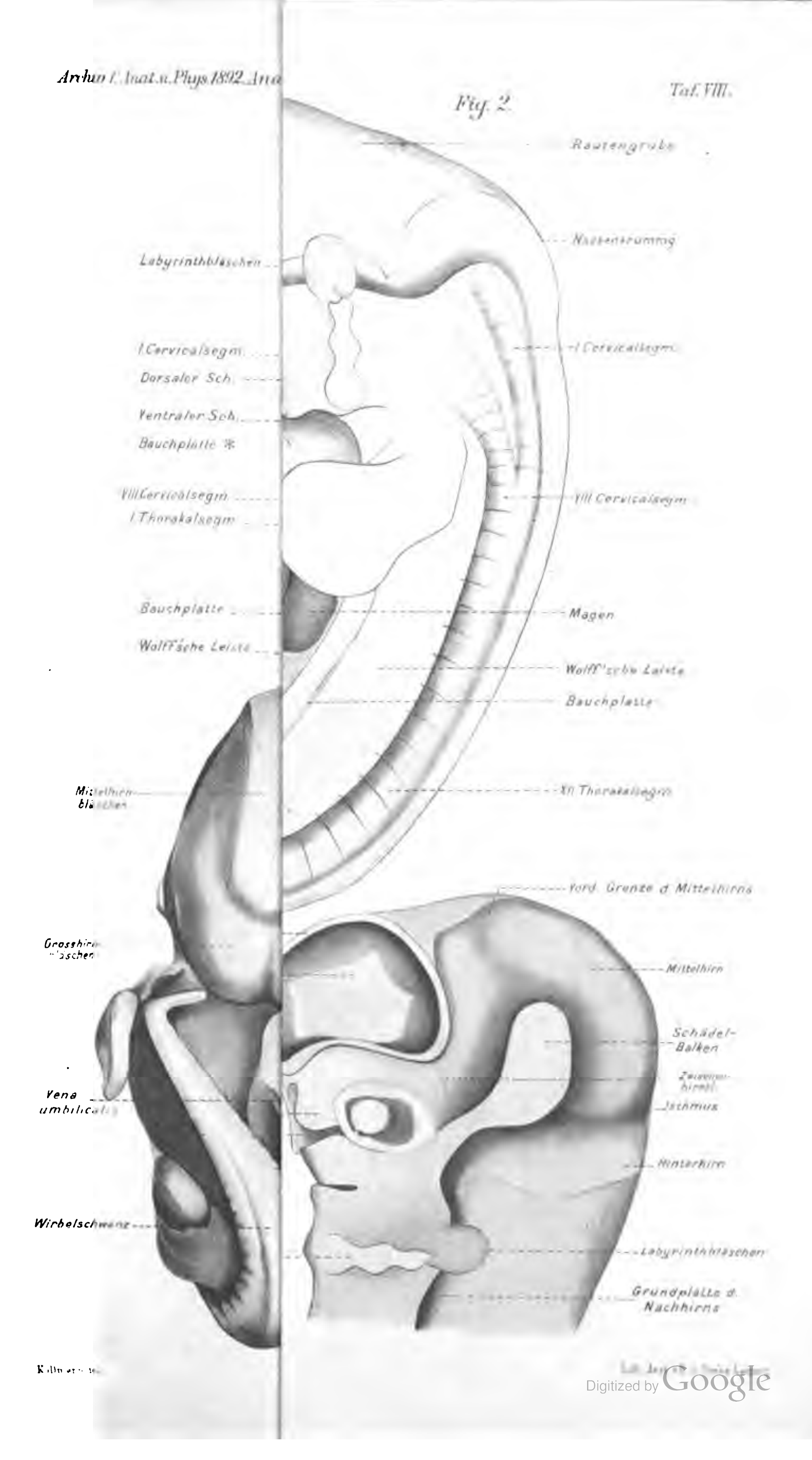
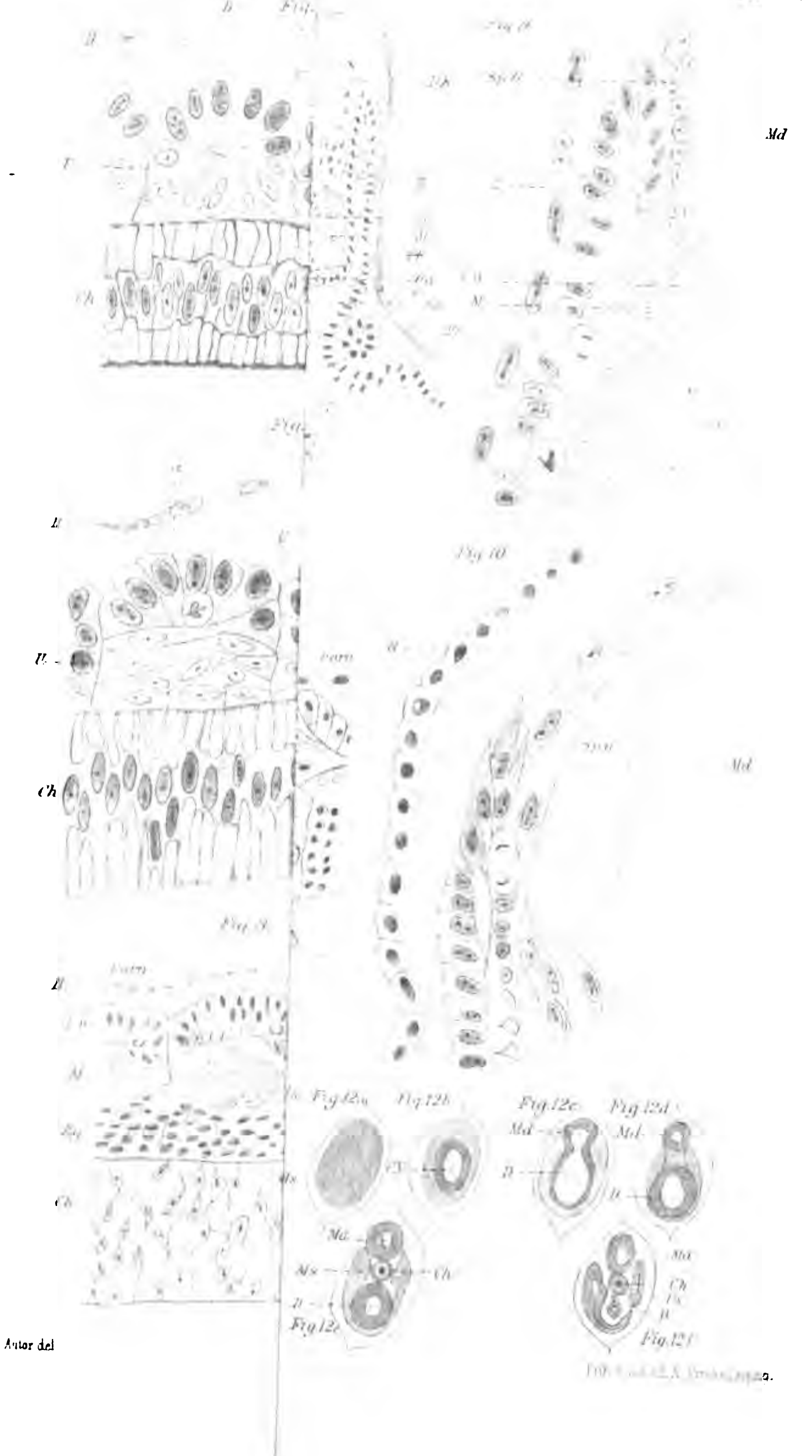
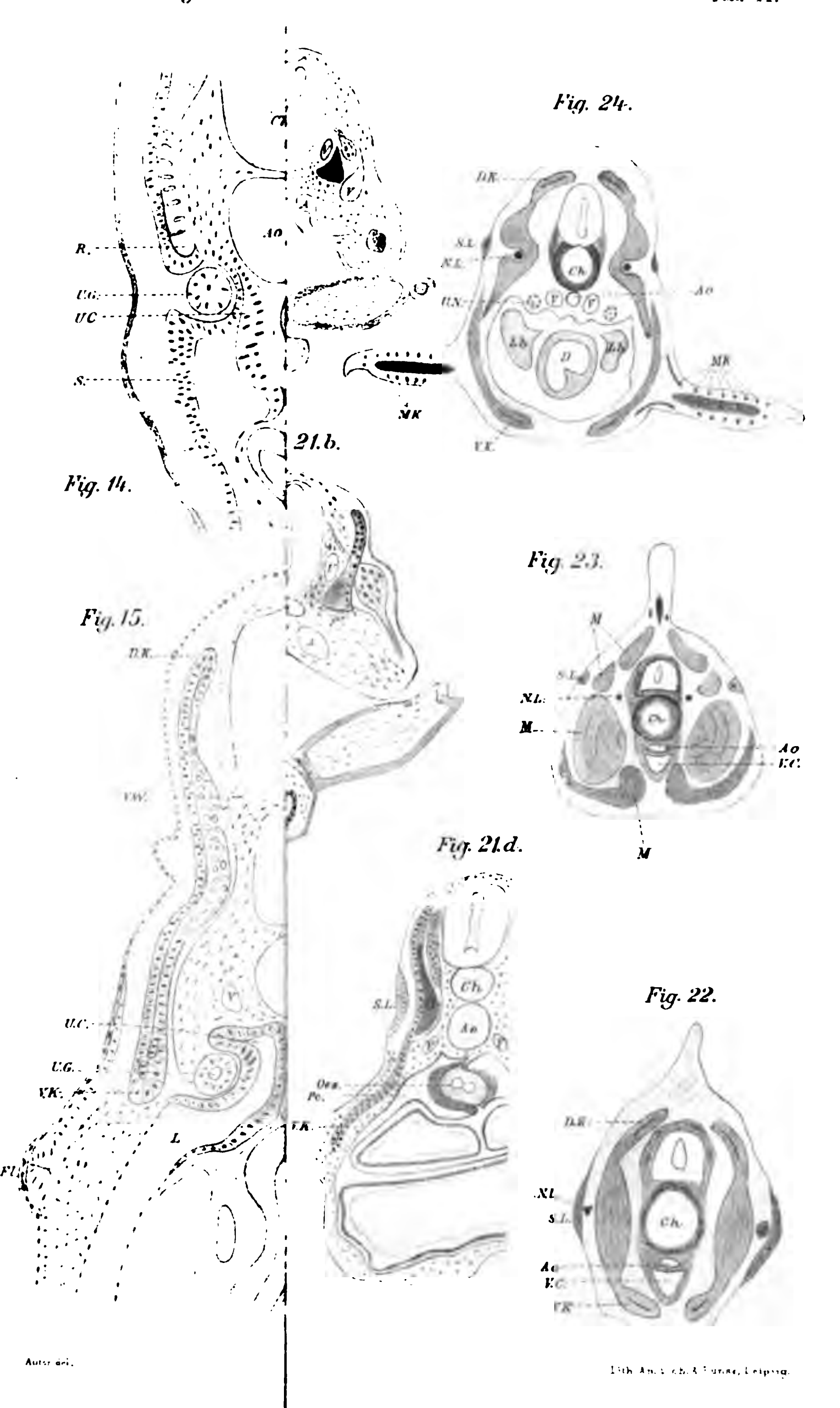


Fig. 2.
Rautengrube
Nackenkrümmg.
Labyrinthbläschen
I Cervicalsegm.
Dorsaler Sch.
Ventraler Sch.
Bauchplatte *
VIII Cervicalsegm.
I Thorakalsegm.
I Cervicalsegm.
VIII Cervicalsegm.
Bauchplatte
Wolff'sche Leiste
Magen
Wolff'sche Leiste
Bauchplatte
XII Thorakalsegm.
Vord. Grenze d. Mittelhirns
Mittelhirn
Schädel-
Balken
Isthmus
Hinterhirn
Labyrinthbläschen
Grundplatte d.
Nachhirns
Vena
umbilicalis
Wirbelschwanz



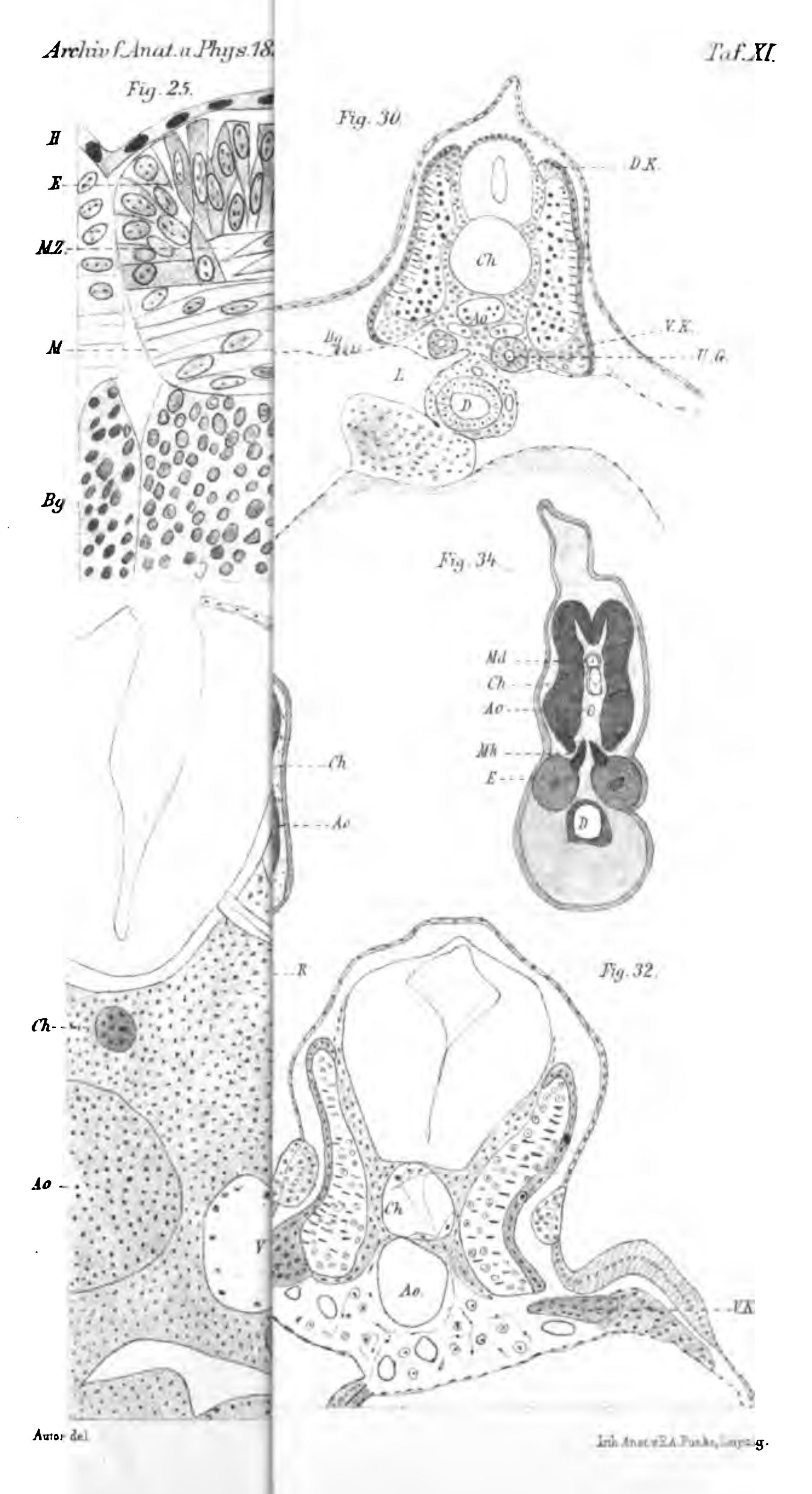
Autor del.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



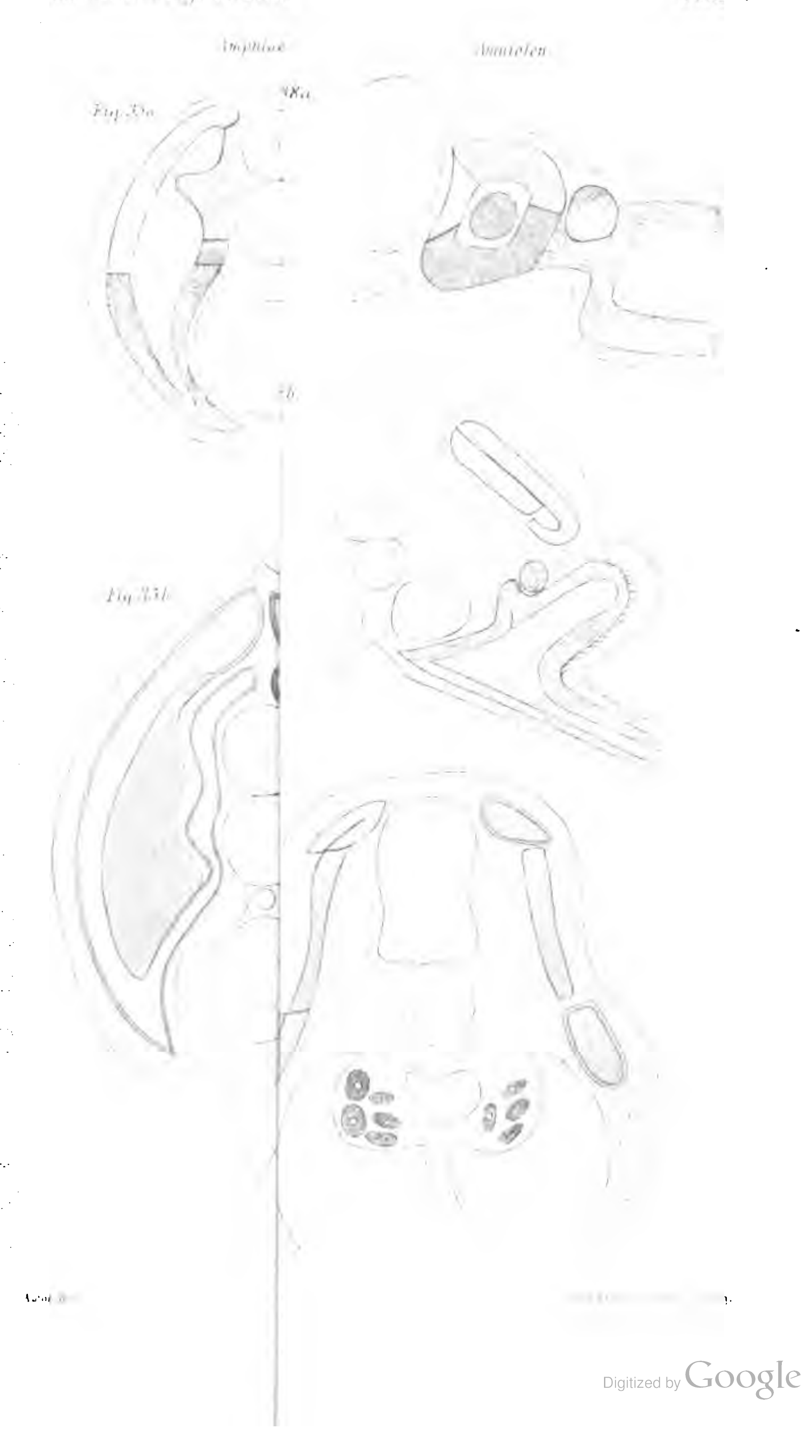
Autor del.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



Autor del.

Lith. Anst. v. E.A. Funke, Leipzig.


Amphibien
Amnioten
Fig. 25a
Fig. 25b



Verlag Veit & Comp.
Lith. Anst. v. E. A. Funke

Vert. ce[rv.]

Vert. lumb. I.

III.

II.

IV.

V.

Vert. sacral. I.



Vert.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.



Fig. 1.

C. VII.



Fig. 2.

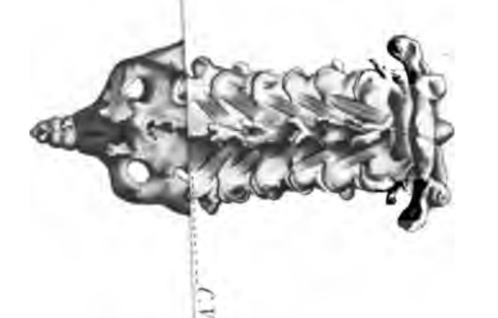


Fig. 3.

C. VII.

Fig. 1 u. 2 W. Grapow, Fig. 3 H. Becker gez.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig.

Fig. 6.

Duodenum

d. choledochus.

r. hepaticus.

rderdarm

Fig. 8.

r. ventrales Pankreas

choledochus

recht. hepaticus

link. hepaticus

Zwischen-masse

Fig. 10.

Felix del.

Lith. Anst. v. F. A. Funke, Leipzig

Fig. 16.

Fig. 1

dorsales Pankreas

Duodenum

Fig. 13.

Magen

linker Hepaticus

mittlerer Hepaticus

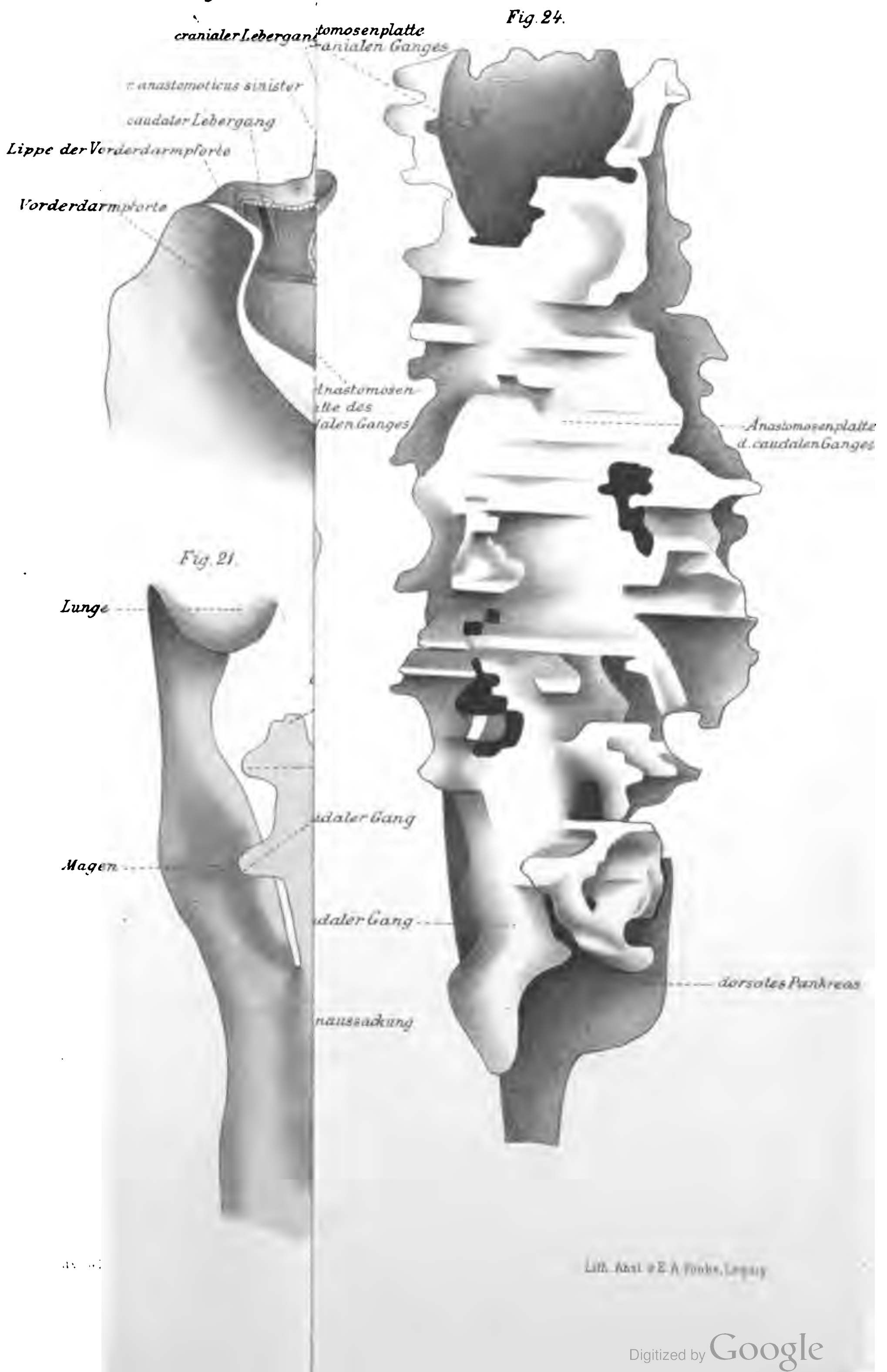
rechter Hepaticus

Gall

r. ventral. Pankreas

Gallenblase

Felix del.



Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

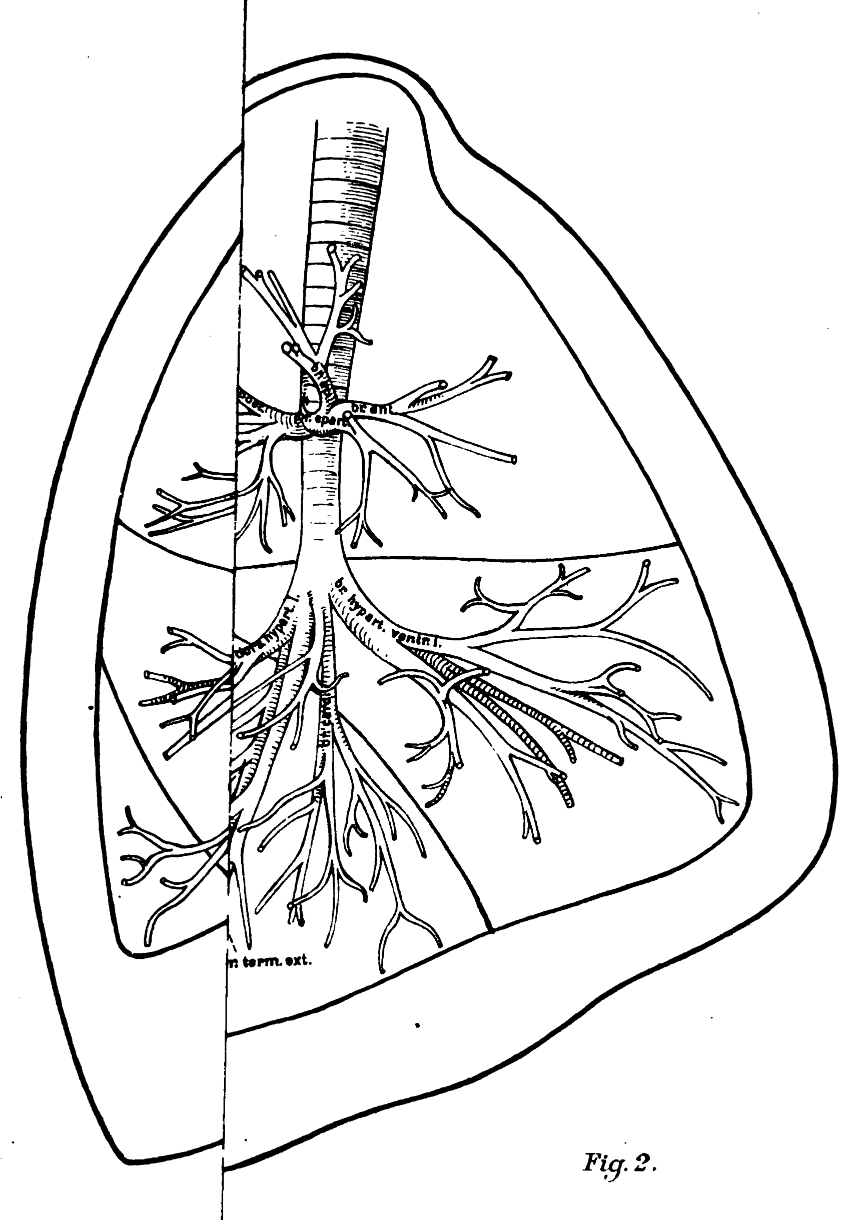


Fig. 2.

Gr. 1/2

O. Loch del.

Lith. Anst. v. E. A. Funke Leipzig

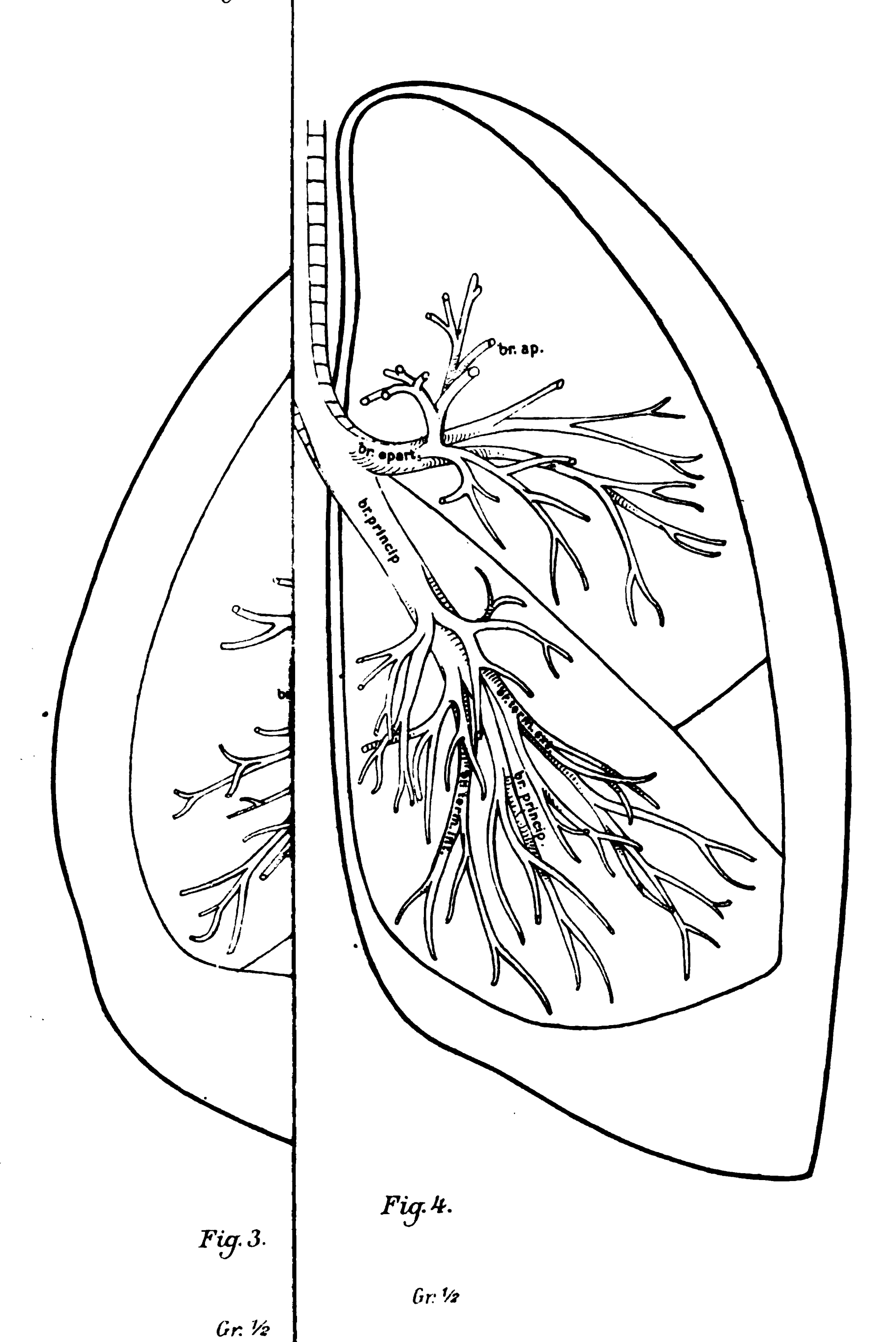


Fig. 3.

Gr. 1/2

Fig. 4.

Gr. 1/2

O. Loch del.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig

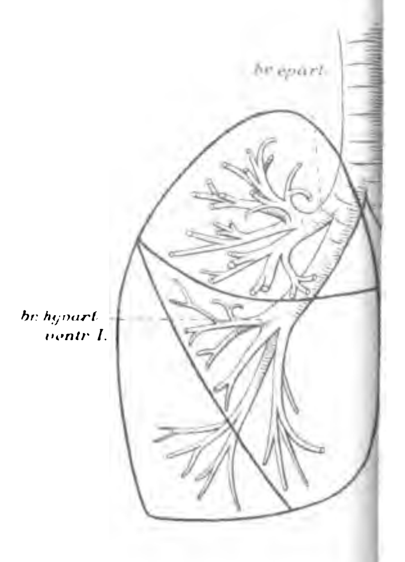


Fig. 6.

br. epart. post.

br. dors.
hypart. 1.

br

Na

G. Loch del.

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN
VON

DR. WILH. HIS UND DR. WILH. BRAUNE,
PROFESSOREN DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,
UND
DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1892.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

ERSTES UND ZWEITES HEFT.

MIT EINER ABBILDUNG IM TEXT UND SECHS TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON VEIT & COMP.
1892.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.
(Ausgegeben am 29. April 1892.)

Inhalt.

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die **anatomische Abtheilung** sind an

Professor Dr. **W. His** oder Professor Dr. **W. Braune**
in Leipzig,

Beiträge für die **physiologische Abtheilung** an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**
in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung**, die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1892.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

DRITTES UND VIERTES HEFT.

MIT DEM BILDNISS VON WILHELM BRAUNE, VIERZEHN ABBILDUNGEN IM TEXT UND NEUN TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1892.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.

(Ausgegeben am 3. November 1892.)

Inhalt.

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die anatomische Abtheilung sind an

Professor Dr. **W. His** in Leipzig,

Beiträge für die physiologische Abtheilung an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**
in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung**, die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE.

FORTSETZUNG DES VON REIL, REIL u. AUTENRIETH, J. F. MECKEL, JOH. MÜLLER, REICHERT u. DU BOIS-REYMOND HERAUSGEGEBENEN ARCHIVES.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. WILH. HIS,

PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT LEIPZIG,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND,

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT BERLIN.

JAHRGANG 1892.

ANATOMISCHE ABTHEILUNG.

FÜNFTES UND SECHSTES HEFT.

MIT ACHTUNDACHTZIG ABBILDUNGEN IM TEXT UND SECHS TAFELN.

LEIPZIG,

VERLAG VON VEIT & COMP.

1892.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen des In- und Auslandes.

(Ausgegeben am 29. December 1892.)

Inhalt.

Die Herren Mitarbeiter erhalten *vierzig* Separat-Abzüge ihrer Beiträge gratis.

Beiträge für die anatomische Abtheilung sind an

Professor Dr. **W. His** in Leipzig,

Beiträge für die physiologische Abtheilung an

Professor Dr. **E. du Bois-Reymond**
in Berlin, N.W., Neue Wilhelmstrasse 15,

portofrei einzusenden. — **Zeichnungen** zu Tafeln oder zu Holzschnitten sind auf **vom Manuscript getrennten** Blättern beizulegen. Bestehen die Zeichnungen zu Tafeln aus einzelnen Abschnitten, so ist, **unter Berücksichtigung** der Formatverhältnisse des Archives, denselben eine **Zusammenstellung**, die dem Kupferstecher oder Lithographen als Vorlage dienen kann, beizufügen.